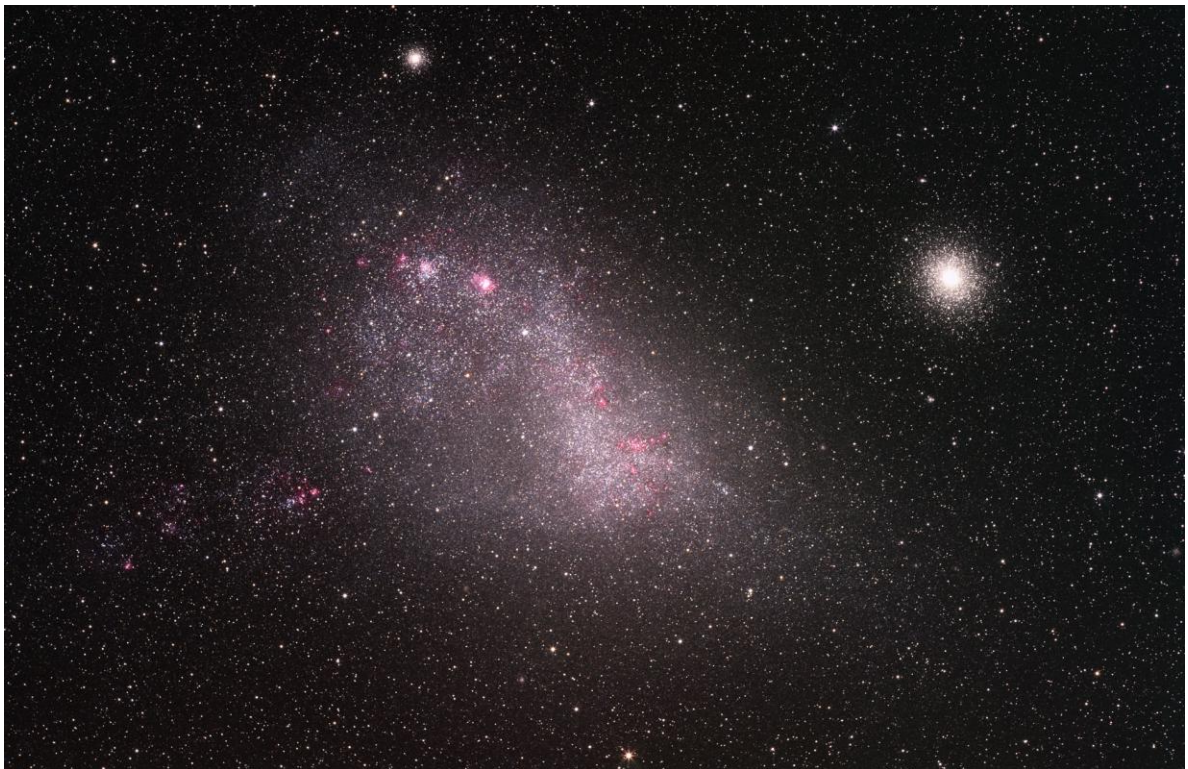


ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ  
ΤΟΜΕΑΣ ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗΣ, ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ & ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

*Μεταβλητότητα*  
*Αστέρων Μεγάλης Μάζας*  
*στο Μικρό Νέφος του Μαγγελάνου*



ΚΟΥΡΝΙΩΤΗΣ Δ. ΜΙΧΑΗΛ

ΑΘΗΝΑ 2013

ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ  
ΤΟΜΕΑΣ ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗΣ, ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ & ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

*Μεταβλητότητα*  
*Αστέρων Μεγάλης Μάζας*  
*στο Μικρό Νέφος του Μαγγελάνου*

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΔΙΠΛΩΜΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ  
ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ, ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ & ΜΗΧΑΝΙΚΗ

**ΚΟΥΡΝΙΩΤΗΣ Δ. ΜΙΧΑΗΛ**

**A.M. 201131**

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Δρ. Δέσποινα Χατζηδημητρίου – Αναπληρ. Καθηγήτρια (Επιβλέπουσα Καθηγήτρια)

Δρ. Άλκηστις Μπονάνου – Εντετ. Ερευνήτρια Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών

Δρ. Ευγενία Αντωνοπούλου – Επίκουρη Καθηγήτρια

ΑΘΗΝΑ 2013

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b> .....	5
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	7
1.1 Αστέρες Μεγάλης Μάζας .....	7
1.2 Μεταβλητοί Αστέρες .....	8
1.2.1 Εκρηκτικοί Μεταβλητοί .....	8
1.2.1.1. Luminous Blue Variables .....	9
1.2.1.2. Wolf-Rayet αστέρες.....	9
1.2.1.3. Hebrigg Ae/Be – T Tauri .....	10
1.2.1.4. Αστέρες Εκλάμψεων .....	10
1.2.1.5. Be αστέρες .....	11
1.2.2. Παλλόμενοι Μεταβλητοί .....	12
1.2.2.1. $\beta$ Κηφείδες .....	12
1.2.2.2. Βραδέως Παλλόμενοι B αστέρες.....	12
1.2.2.3. Παλλόμενοι Be αστέρες.....	12
1.2.2.4. $\delta$ Scuti .....	13
1.2.2.5. RR Lyrae.....	13
1.2.2.6. Κλασσικοί Κηφείδες.....	14
1.2.2.7. Mira μεταβλητοί .....	14
1.2.3. Περιστρεφόμενοι Μεταβλητοί.....	15
1.2.3.1. Ap & roAp μεταβλητοί.....	15
1.2.3.2. Ελλειψοειδείς.....	16
1.2.3.3. Πάλσαρς.....	16
1.2.4. Κατακλυσμικοί Μεταβλητοί.....	17
1.2.4.1. Καινοφανείς.....	17
1.2.4.2. Υπερκαινοφανείς .....	17
1.2.5. Εκλειπτικοί Μεταβλητοί.....	18
1.2.5.1. Συστήματα τύπου Algol.....	18
1.2.5.2. Συστήματα τύπου $\beta$ Lyrae .....	18
1.2.5.3. Συστήματα τύπου W UMa.....	19
1.3. Φωτομετρία Μεταβλητών Μεγάλης Μάζας.....	19
<b>2. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ</b> .....	21
2.1. Ο Κατάλογος Αστέρων Μεγάλης Μάζας .....	21
2.2. Καμπύλες Φωτός από το Πρόγραμμα OGLE-III.....	22
2.3. Διαδικασία Αντιστοίχισης .....	22
2.4. Ανάλυση.....	25

<b>3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b> .....	29
3.1. Περιοδικοί Μεταβλητοί .....	29
3.1.1. Εκλειπτικά συστήματα.....	29
3.1.2. Ελλειψοειδείς / Συστήματα επαφής.....	31
3.1.3. Κλασσικοί Κηφείδες.....	32
3.1.4. Άλλοι περιοδικοί.....	33
3.2. Ανώμαλοι / Ακανόνιστοι Μεταβλητοί.....	34
3.3. Σταθεροί Αστέρες .....	37
<b>4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b> .....	38
4.1. Στατιστική Μεταβλητότητας .....	38
4.2. Συμπεριφορά Φασματοσκοπικών Be Αστέρων.....	40
4.3. Κατανομή Μεταβλητών στις Τάξεις Λαμπρότητας .....	42
4.4. Τύποι Ακανόνιστης Μεταβλητότητας .....	43
4.5. Μεταβλητοί Βραχείας Περιοδικότητας .....	46
4.6. Εκλειπτικά Συστήματα .....	48
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	49
<b>ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ</b> .....	50
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	52
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b> .....	54

# ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα ερευνητική εργασία προσεγγίζει την μεταβλητότητα αστέρων μεγάλης μάζας στο Μικρό Νέφος του Μαγγελάνου, έναν ανώμαλο νάνο γαλαξία στη γειτονική απόσταση των μόλις 200.000 ετών φωτός. Οι αστέρες μεγάλης μάζας είναι σπάνιοι αλλά ταυτοχρόνα τόσο μέσα στη ζωή μας, αφού χωρίς τα παράγωγα μέταλλα του σύντομου βίου τους, δεν θα βρισκόμασταν εδώ για να τους μελετάμε. Επιπλέον, λόγω των διαστάσεων τους είναι ευδιάκριτοι σε μεγάλες αποστάσεις όπου οι συνήθεις νάνοι αστέρες σαν τον Ήλιο μας, είναι αμυδροί και συνεπώς ανεξερεύνητοι. Επομένως, αποτελούν έναν καλό δείκτη του περιβάλλοντος στο οποίο ανήκουν, ακόμα και έξω από τα όρια του Γαλαξία.

Η εξελικτική πορεία των αστέρων μεγάλης μάζας είναι δύσκολο να περιορισθεί σε μοντέλα αφού συνδέεται με πλήθος παραμέτρων όπως είναι η απώλεια μάζας, το μαγνητικό πεδίο, η μεταλλικότητα, η περιστροφή και η εσωτερική ανάμειξη. Η μεταβλητότητα των αστέρων όμως, είναι έκδηλη ήδη από τα πρώτα χρόνια της ζωής τους στην Κύρια Ακολουθία έως τα τελευταία στάδια εξέλιξης τους και μας παρέχει έτσι, ένα ισχυρό εργαλείο για να προσεγγίσουμε απαντήσεις σε ερωτήματα που παραμένουν ανοιχτά. Στο πλαίσιο αυτό, μελετάμε την μακρόχρονη μεταβλητότητα θερμών αστέρων μεγάλης μάζας του Μικρού Νέφους του Μαγγελάνου, χρησιμοποιώντας για πρώτη φορά ένα μεγάλο δείγμα με γνωστούς φασματικούς τύπους.

Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας μας γίνεται μια συνοπτική εισαγωγή τόσο στους αστέρες μεγάλης μάζας όσο και στους τύπους των μεταβλητών αστέρων στη φύση. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύουμε την διαδικασία με την οποία επεξεργαστήκαμε τις μακρόχρονες καμπύλες φωτός αστέρων μεγάλης μάζας του Μικρού Νέφους του Μαγγελάνου, με γνωστούς φασματικούς τύπους. Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα μας πάνω σε περιοδικούς και σε στοχαστικά μεταβλητούς αστέρες. Στο τετάρτο κεφάλαιο προχωρούμε σε μια στατιστική μελέτη μεταβλητότητας σε σχέση με τον φασματικό τύπο, αλλά και θίγουμε θέματα που έχουν να κάνουν με την ανάπαυση και την περιστροφή.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα μου Δρ. Άλκηστη Μπονάνου, Ερευνήτρια του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, για την ακούραστη και πάντα με προθυμία βοήθεια που μου παρείχε στις συνεχείς προκλήσεις της έρευνας. Θα ήθελα ιδιαίτερα να την ευχαριστήσω για τις ευκαρίες που μου έδωσε να συμμετάσχω για πρώτη φορά αφενός στο workshop με θέμα «VLT-FLAMES Tarantula Survey» στην Βόννη το Μάρτιο του 2013 αλλά και στο πετυχημένο διεθνές συνέδριο «Massive Stars: From alpha to Omega» τον Ιούνιο του 2013 στη Ρόδο, όπου είχα την δυνατότητα να παρουσιάσω την έρευνά μου σε ομιλία και πόστερ, αντίστοιχα. Ο όγκος των επιστημονικών πληροφοριών που εισέπραξα σε λιγότερο από ένα χρόνο, είναι πραγματικά ανεκτίμητος !

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά επίσης, την Δρ. Δέσποινα Χατζηδημητρίου, Καθηγήτρια του Τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Αθηνών, αφενός για την καθοδήγηση που μου παρείχε όταν μπήκα στο πρόγραμμα των μεταπτυχιακών σπουδών, αφετέρου για την μοναδική ευκαιρία που μου έδωσε να βρεθώ για πρώτη φορά στο Αστεροσκοπείο του Σκίνακα στην Κρήτη, τον Σεπτέμβριο του 2012 και να παρακολουθήσω από κοντά την διαδικασία της φασματοσκοπίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Πόπη Αδαμοπούλου για την ηθική υποστήριξη και παρότρυνση αλλά και τον Βαγγέλη Τρούμπουλο, συμφοιτητή στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα, για την πολύτιμη βοήθεια του πάνω σε θέματα Αστροφυσικής.

# Κεφάλαιο 1

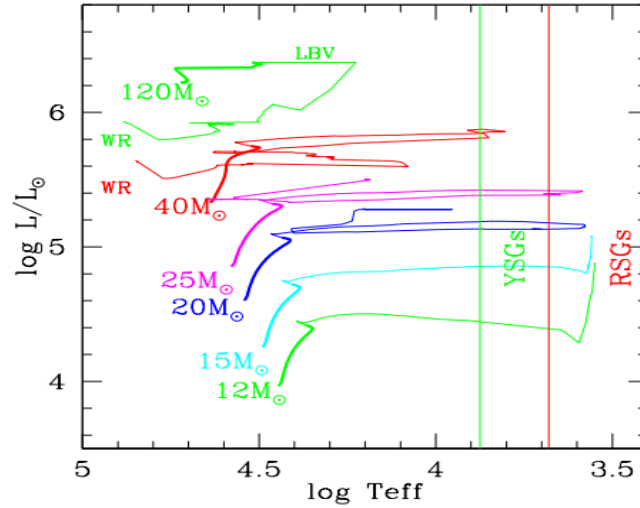
## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### **1.1. Αστέρες Μεγάλης Μάζας**

Αστέρες μεγάλης μάζας ονομάζονται οι αστέρες μάζας  $M \geq 8M_{\odot}$ . Παρόλο που είναι εξαιρετικά σπάνιοι (σε ένα αστέρα του Γαλαξία μάζας  $20M_{\odot}$  αντιστοιχούν περίπου 100.000 αστέρες σαν τον Ήλιο, Massey 2003), είναι υπεύθυνοι για την μεγαλύτερη εκπομπή ακτινοβολίας στο υπεριώδες που παρατηρείται στους γαλαξίες και αποτελεί την αιτία δημιουργίας ΗΠ περιοχών, αλλά και της ακτινοβολίας στο μακρινό υπέρυθρο εξαιτίας της θέρμανσης της σκόνης γύρω τους. Από την άλλη, ο βίαιος θάνατός τους παρέχει στον χώρο μεγάλα ποσά μηχανικής ενέργειας ενώ τον εμπλουτίζει με χημικά στοιχεία όπως είναι ο άνθρακας, το οξυγόνο και το άζωτο.

Η φωτομετρία των θερμών αστέρων μεγάλης μάζας, δεν είναι απλή. Καταρχάς, οι πιο λαμπροί αστέρες τυγχάνει να μην είναι και οι πιο φωτεινοί στο οπτικό. Αυτό συμβαίνει διότι ένα πολύ μεγάλο μέρος της βολομετρικής λαμπρότητας τους εκπέμπεται στο υπεριώδες, σύμφωνα με το νόμο του Wien. Μικρή μετατόπιση της καμπύλης του Planck προς χαμηλότερες θερμοκρασίες δε, είναι ικανή να επιτρέψει ένα μεγάλο μέρος της συνολικής ροής τους να εισρεύσει στην περιοχή του οπτικού. Επιπλέον, οι λαμπροί αστέρες παρουσιάζουν μικρή ευαισθησία στα χρώματα τους για διαφορετικές τιμές θερμοκρασίας. Το πρόβλημα της απορρόφησης του υπεριώδους από την γήινη ατμόσφαιρα από την άλλη, έρχονται να λύσουν διαστημικά παρατηρητήρια όπως το Hubble Space Telescope (HST) αλλά και το Ultraviolet Imaging Telescope (UIT).

Οι αστέρες μεγάλης μάζας ξεκινούν την ζωή τους σαν αστέρες της Κύριας Ακολουθίας με φασματικό τύπο O ή B προγενέστερου τύπου, όπου καίνε υδρογόνο στον πυρήνα μέσω του κύκλου CNO. Η παραμονή τους στην Κύρια Ακολουθία είναι σύντομη και εξαρτάται από την μάζα τους. Έτσι, αστέρες μάζας  $9M_{\odot}$  παραμένουν 30 Myr στην Κύρια Ακολουθία ενώ αστέρες μάζας  $120M_{\odot}$  μόλις 3 Myr, σύμφωνα με τα τελευταία μοντέλα της Γενεύης (Ekström et al. 2012) (Εικόνα 1) για μεταλλικότητα ίση με εκείνη του Ήλιου. Χαρακτηρίζονται από ισχυρούς ανέμους και απώλειες μάζας που αυξάνονται συναρτήσει της (βολομετρικής) λαμπρότητας των αστέρων, σύμφωνα με την σχέση  $\dot{M} \sim L^{2.1}$  (για  $T_{eff} \geq 27.500$ , Vink et al. 2000).



Εικόνα 1. Διάγραμμα Hertzsprung–Russell με τα εξελικτικά μονοπάτια αστέρων μεγάλης μάζας, σύμφωνα με τα τελευταία μοντέλα της Γενεύης (Ekström et al. 2012) για μεταλλικότητα ίση με  $Z=0.014$ .

Κατά την διάρκεια της εξέλιξης τους, οι αστέρες με περίπου  $M < 30M_{\odot}$  διασχίζουν το στάδιο των κίτρινων υπεργιγάντων (YSGs), όπου αγγίζουν το μέγιστο της φωτεινότητάς τους στο οπτικό. Σημαντικό χαρακτηριστικό της φωτομετρίας των YSGs στους γειτονικούς γαλαξίες, είναι η έντονη ‘μόλυνση’ (contamination) που καταγράφεται από το μεγάλο πλήθος των Γαλαξιακών κίτρινων νάνων (Drouot et al. 2009). Στο στάδιο των YSGs, οι αστέρες παραμένουν ελάχιστο χρονικό διάστημα, της τάξεως των μερικών δεκάδων χιλιάδων ετών, για να κατευθυνθούν μετέπειτα προς χαμηλότερες θερμοκρασίες, στον κλάδο των ερυθρών υπεργιγάντων (RSGs). Εκεί, αποτελούν πλέον τα μεγαλύτερα σε διαστάσεις άστρα τα οποία περιβάλλονται από μεγάλες ποσότητες σκόνης, που προέρχονται από την ψύξη μάζας που χάνουν και κατά συνέπεια, παρουσιάζουν έντονο ερυθρό χρώμα. Υψηλές απώλειες μάζας μπορούν να ελαττώσουν το χρόνο παραμονής τους στο στάδιο των RSGs, αλλά και να τα αναγκάσουν να εξελιχθούν αντίστροφα δηλαδή προς υψηλότερες θερμοκρασίες, καταλήγοντας να γίνουν αστέρες Wolf-Rayet ή Luminous Blue Variables (βλέπετε 1.2.1.1, 1.2.1.2) (Groh et al. 2013). Στην αντίθετη περίπτωση, τερματίζουν την ζωή τους σαν τύπου II υπερκαινοφανείς (βλέπετε 1.2.4.2), με το φώς τους να επισκιάζει πολλές φορές ακόμα και αυτό του γαλαξία τους.

Ένα ενδιαφέρον ερώτημα, εάν κατά πόσο το στάδιο των RSGs αποτελεί το κατ’ ανάγκη τελευταίο στάδιο της ζωής ενός αστέρα μεγάλης μάζας, έρχεται να απαντήσει η πρόσφατη έκρηξη ενός YSG (SN 2011dh) σαν υπερκαινοφανής τύπου Ib (Maund et al. 2011). Η ύπαρξη συνοδού αστέρα φαίνεται να ‘απογύμνωσε’ σχεδόν τον υπεργίγαντα από το στρώμα υδρογόνου που τον περιέβαλλε. Οι αστέρες μεγάλης μάζας που βρίσκονται σε συστήματα γενικά, δύνανται να διαφοροποιήσουν την εξέλιξη τους μέσα από την ανταλλαγή μάζας και να οδηγήσουν σε συγχωνεύσεις, X-ray συστήματα και εκρήξεις ακτινών  $\gamma$ . Το ποσοστό δε, όλων των αστέρων μεγάλης μάζας που γεννιούνται και αλληλεπιδρούν με συνοδούς αστέρες, ενδεχομένως να ξεπερνάει το 70% σύμφωνα με την έρευνα των Sana et al. 2012, με το ένα τρίτο αυτών να καταλήγουν σε συγχωνεύσεις (mergers).



## **1.2. Μεταβλητοί Αστέρες**

Στην παρούσα ενότητα αναφέρουμε με συντομία τις κατηγορίες των μεταβλητών αστερών και τους σημαντικότερους τύπους της κάθε κατηγορίας. Οι ορισμοί που δίνουμε σε κάθε κατηγορία βασίζονται στους αντίστοιχους που αναφέρονται στο Γενικό Κατάλογο των Μεταβλητών Αστερών (GCVS).

### **1.2.1. Εκρηκτικοί μεταβλητοί**

*Εκρηκτικοί μεταβλητοί αστέρες ονομάζονται εκείνοι οι αστέρες που μεταβάλλουν την λαμπρότητα τους εξαιτίας βίαιων διεργασιών που εμφανίζονται στην φωτόσφαιρα και στο στέμμα τους.*

#### **1.2.1.1. Luminous Blue Variables ή S Dor αστέρες**

Οι Luminous Blue Variables (LBVs) είναι υπεργίγαντες αστέρες πολύ μεγάλης μάζας και λαμπρότητας, οι οποίοι παρουσιάζουν έντονες εκτινάξεις μάζας. Είναι εξαιρετικά σπάνιοι: μόλις μερικές δεκάδες είναι γνωστοί ενώ στο Γαλαξία εκτιμάται ότι βρίσκονται λιγότεροι από 60. Στο Μεγάλο Νέφος του Μαγγελάνου οι πιο γνωστοί LBVs (γνωστοί και ως S Dor αστέρες) είναι οι S Dor, R71, R127, R66 και R81 ενώ στο Γαλαξία οι P Cyg και η Car. Οι περισσότεροι LBVs παρουσιάζουν το λεγόμενο P Cygni προφίλ στο φάσμα τους δηλαδή συνιστώσα εκπομπής μετατοπισμένη προς το ερυθρό ακολουθούμενη από συνιστώσα απορρόφησης μετατοπισμένη προς το μπλε, λόγω της ύπαρξης περιεστρικού διαστελλόμενου περιβλήματος. Η φωτομετρική μεταβολή τους μπορεί να παρουσιάζει διακυμάνσεις από εκατοστά έως μονάδες μεγέθους ενώ η διάρκεια τους από ώρες έως αιώνες.

#### **1.2.1.2. Wolf-Rayet αστέρες**

Οι Wolf-Rayet αστέρες είναι πολύ λαμπροί και θερμοί αστέρες μάζας  $M \geq 20M_{\odot}$  και με θερμοκρασίες από 30000 έως 50000 K, οι οποίοι παρουσιάζουν γραμμές απορρόφησης που αντιστοιχούν σε φασματικούς τύπους O ή B. Χωρίζονται σε 2 κατηγορίες, στους WN αστέρες που παρουσιάζουν εκπομπή He και N και στους WC αστέρες με ισχυρή εκπομπή C και O. Παρουσιάζουν ισχυρές απώλειες μάζας της

τάξης των  $10^{-5}M_{\odot}yr^{-1}$  και μεταβλητότητα διάρκειας από δευτερόλεπτα (pulsars σε συστήματα με WR) έως χρόνια, με εύρος που ποικίλλει.

### 1.2.1.3. Herbig Ae/Be – T Tauri αστέρες

Οι αστέρες όταν δημιουργούνται από την κατάρρευση του μεσοαστρικού υλικού, πριν φτάσουν στην Κύρια Ακολουθία δεν έχουν την κατάλληλη θερμοκρασία που πυροδοτεί την καύση του υδρογόνου στο πυρήνα ενώ κερδίζουν συνεχώς ενέργεια που προέρχεται από την βαρυτική συστολή τους. Οι χαμηλότεροι μάζας αστέρες προ-Κύριας Ακολουθίας με  $M \leq 3M_{\odot}$  γνωστοί και ως T Tauri, εμφανίζουν μεταγενέστερους φασματικούς τύπους G-M και βρίσκονται κάτω από μεγάλα περιαστρικά σύννεφα σκόνης που οδηγούν σε μία ισχυρή εκπομπή στο υπέρυθρο. Οι T Tauri περιβάλλονται από περιαστρικούς δίσκους προσαύξησης από τους οποίους ενδεχομένως να προκύψει σχηματισμός πλανητών ενώ συχνά παρουσιάζουν αντίστροφο P Cygni προφίλ, ένδειξη ότι προσπίπτει ύλη στην επιφάνεια τους. Η φωτομετρική μεταβλητότητα τους, η οποία μπορεί να διαφοροποιείται σε διαφορετικές περιοχές του φάσματος τους, μπορεί να έχει διάρκεια από λεπτά έως και αιώνες ακόμα, με μεταβολές που αγγίζουν τα 5 μεγέθη ή και μεγαλύτερες για συγκεκριμένες εξαιρέσεις. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να εμφανίζουν ημι-περιοδικότητα, ένδειξη της ύπαρξης αστρικών κηλίδων μεγαλύτερων αναλογικά από αντίστοιχες ηλιακές. Από την άλλη οι αντίστοιχοι αστέρες προ-Κύριας Ακολουθίας με μάζες  $4M \leq M \leq 8M_{\odot}$  που είναι γνωστοί και ως Herbig Ae/Be, παρουσιάζουν στοχαστική μεταβλητότητα έως 3-4 μεγέθη για μεταγενέστερα του τύπου A0 άστρα και πολύ χαμηλότερη για προγενέστερου τύπου.

### 1.2.1.4. Αστέρες Εκλάμψεων

Οι αστέρες εκλάμψεων (flare stars) είναι αστέρες νάνοι με μάζα  $0.1M \leq M \leq 0.6M_{\odot}$  μεταγενέστερου K ή M τύπου, που παρουσιάζουν ξαφνική αύξηση της φωτεινότητάς τους που μπορεί να ξεπερνάει τα 6 μεγέθη, ιδιαίτερα σε μικρότερα μήκη κύματος. Κατά την διάρκεια των εκλάμψεων, παρουσιάζουν γραμμές εκπομπής που πριν την έκλαμψη είτε δεν υπήρχαν είτε ήταν κατά πολύ ασθενέστερες. Οι ισχυρότερες γραμμές που παρουσιάζουν είναι αυτές της σειράς Balmer, He αλλά και FeII. Αστέρες εκλάμψεων έχουν βρεθεί στην γειτονιά του Ήλιου γνωστοί και ως UV Ceti αλλά και σε ανοιχτά νεαρά σμήνη όπου όμως παρουσιάζουν πιο έντονη δραστηριότητα, καθώς φαίνεται ότι αυτή εξαρτάται άμεσα από την ηλικία του αστέρα. Η διάρκεια των εκλάμψεων είναι ελάχιστη και φτάνει έως μερικά λεπτά ενώ το διάστημα μεταξύ διαδοχικών εκλάμψεων είναι συνήθως από μερικές ώρες έως μέρες. Τέλος, κατά την διάρκεια των εκλάμψεων παρατηρείται εκπομπή στην περιοχή

ακτινοβολίας X, δεδομένου ότι πρόκειται για διεργασίες υψηλής ενέργειας, ενώ σε αυτή την περιοχή του φάσματος, παρουσιάζονται και επιπλέον μικροεκλάμψεις, πολύ μικρότερης όμως έντασης από αυτήν των συνηθισμένων εκλάμψεων για τις οποίες πιστεύεται ότι η διαμόρφωση του μαγνητικού πεδίου σε συνδυασμό με την περιστροφή του αστέρα παίζουν καθοριστικό ρόλο.

#### 1.2.1.5. Be αστέρες

Οι κλασικοί Be αστέρες είναι άστρα φασματικού τύπου B με τάξεις λαμπρότητας III-V, τα οποία περιστρέφονται πολύ γρήγορα, κοντά στο κρίσιμο όριο όπου η φυγόκεντρος αντισταθμίζει την βαρύτητα (Porter & Rivinius 2003). Παρουσιάζουν γραμμές Balmer εκπομπής υδρογόνου (Jaschek et al. 1981) καθώς και εκπομπή από He I, Fe II και μερικές φορές Si II και Mg II με προφίλ συνήθως διπλής κορυφής που υποδεικνύει την ύπαρξη περιαστρικού αέριου με μορφή σχεδόν Κεπλεριανού δίσκου. Διάφορες εξηγήσεις για το σχηματισμό του δίσκου έχουν δοθεί στη βιβλιογραφία, ιδιαίτερα από τους Bjorkman & Cassinelli (1993), Cassinelli et al. (2002) και Rivinius et al. (2001). Η φασματοσκοπία επιβεβαιώνει την Be φύση ενός αστέρα αλλά λόγω της παροδικότητας του φαινομένου, πολλές φορές αποδεικνύεται ανεπαρκής. Η διαμόρφωση του δίσκου λόγω γρήγορης περιστροφής πιθανόν σε συνδυασμό με μη-ακτινικές αναπάλσεις (Rivinius et al. 1998) είναι ευρέως γνωστό ότι προκαλεί φωτομετρικές εκλάμψεις (outbursts) και γενικότερα στοχαστικές διακυμάνσεις στο μέγεθος.

Έχει επίσης γίνει αποδεκτό πλέον ότι η μεταλλικότητα παίζει σπουδαίο ρόλο στην συχνότητα αλλά και την ένταση του Be φαινομένου. Η χαμηλή αφθονία μετάλλων συνδέεται με χαμηλές απώλειες μάζας αφού η πίεση της ακτινοβολίας που οδηγεί τους αστρικούς ανέμους, δρα πάνω στις γραμμές μετάλλων (Vink et al. 2001). Καθώς η απώλεια στροφορμής παραμένει χαμηλή επίσης, το αστέρι αγγίζει ένα υψηλό λόγο  $\Omega/\Omega_c$ , όπου το  $\Omega$  εκφράζει την γωνιακή ταχύτητα και  $\Omega_c$  την κρίσιμη γωνιακή ταχύτητα, πυροδοτώντας το Be φαινόμενο. Ως εκ τούτου, το ποσοστό των προγενέστερου Be τύπου αστερών στο Μικρό Νέφος του Μαγγελάνου, έχει βρεθεί ότι ξεπερνά αυτό του Μεγάλου και ακόμα περισσότερο αυτό του Γαλαξία (McSwain & Gies 2005; Wisniewski & Bjorkman 2006; Martayan et al. 2010), ιδιαίτερα στο δεύτερο μισό της ζωής του αστέρα πάνω στην Κύρια Ακολουθία. Επιπλέον, η διάρκεια και το πλάτος των 'εκρήξεων', αναφερόμενοι στις εκτινάξεις μάζας, εμφανίζονται μεγαλύτερα στα Be αστέρια του Μικρού Νέφους από ότι σε εκείνα του Μεγάλου (Sabogal 2005).

## **1.2.2. Παλλόμενοι μεταβλητοί**

*Παλλόμενοι μεταβλητοί αστέρες ονομάζονται εκείνοι οι αστέρες που παρουσιάζουν περιοδικές διαστολές/συστολές των επιφανειακών στρωμάτων τους. Οι εν λόγω αναπάλσεις μπορεί να είναι ακτινικές ή μη.*

### **1.2.2.1. $\beta$ Κηφείδες**

Οι  $\beta$  Κηφείδες είναι συνήθως γίγαντες προγενέστερου φασματικού τύπου B, που παρουσιάζουν πολύ βραχεία, συνήθως ημιτονοειδή περιοδικότητα διάρκειας έως μερικές ώρες και με χαμηλό πλάτος, έως 0.1 μέγεθους στο οπτικό. Η μεταβλητότητα αυτή οφείλεται σε ακτινικές αναπάλσεις με ταχύτητες μικρότερες των  $50 \text{ km s}^{-1}$ , οι οποίες προκαλούνται από τον κλασσικό μηχανισμό «κ» που δρά στις ζώνες ιονισμού των στοιχείων της ομάδας του σιδήρου. Σύμφωνα με τον εν λόγω μηχανισμό, ο ιονισμένος και αδιαφανής φλοιός διαστέλλεται εξαιτίας της υψηλής θερμοκρασίας, ψύχεται σταδιακά και γίνεται όλο και πιο διαφανής, επιτρέποντας στην ακτινοβολία του αστέρα να τον διαπεράσει. Έπειτα, λόγω της βαρυτικής έλξης συστέλλεται ξανά, θερμαίνεται, γίνεται περισσότερο αδιαφανής και έτσι το φαινόμενο επαναλαμβάνεται. Η ζώνη αστάθειας των  $\beta$  Κηφείδων διευρύνεται έως την περιοχή των υπεργιγάντων, σε περιβάλλοντα υψηλής μεταλλικότητας.

### **1.2.2.2. Βραδέως Παλλόμενοι B αστέρες**

Οι βραδέως παλλόμενοι B αστέρες (Slowly Pulsating B stars / SPBs) ή αλλιώς 53 Per ή mid-B μεταβλητοί, είναι ακτινικά παλλόμενοι αστέρες με περιόδους από 0.5 έως 3 περίπου ημέρες και εύρος μερικών εκατοστών του μεγέθους, οι οποίοι οφείλουν την μεταβλητότητα τους στο ίδιο «κ» μηχανισμό που χαρακτηρίζει και τους  $\beta$  Κηφείδες από τους οποίους είναι αμυδρότεροι. Έχει αποδειχθεί ότι η θέση και έκταση της ζώνης αστάθειας των SPBs πάνω στο HR διάγραμμα, εξαρτάται από την μεταλλικότητα. Έτσι, ενώ στο Γαλαξία η ζώνη είναι διευρυμένη και μετατοπισμένη σε υψηλότερες θερμοκρασίες, σε περιβάλλοντα χαμηλής μεταλλικότητας φαίνεται να 'συρρικνώνεται', πχ για  $Z=0.005$ , που αντιστοιχεί στην μεταλλικότητα του Μικρού Νέφους του Μαγγελάνου. Ιδιαίτερα στον συγκεκριμένο γαλαξία, δεν προβλέπεται καν η ύπαρξη  $\beta$  Κηφείδων, σύμφωνα με τους Miglio et al. (2007).

### 1.2.2.3. Παλλόμενοι Be αστέρες

Όπως είπαμε ένα κύριο γνώρισμα των Be αστερών είναι η στοχαστική (σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να είναι ημι-περιοδική), συνήθως παροδική μεταβλητότητα, διάρκειας εβδομάδων έως ετών, που πηγάζει από την διαμόρφωση περιαστρικού δίσκου. Μία άλλη μορφή μεταβλητότητας που παρουσιάζουν δε, είναι βραχεία περιοδικότητα από 0.1 έως 3 ημέρες περίπου, η οποία οφείλεται σε μη-ακτινικές αναπάλσεις του αστερά. Δεδομένου ότι καταλαμβάνουν (σχεδόν) ίδια περιοχή με τους  $\beta$  Κηφείδες και τους SPBs, θεωρείται ότι προκαλούνται από κοινού από τον ίδιο «κ» μηχανισμό. Δύναται να εμφανίζουν πολυπεριοδικότητα, ενώ το εύρος της ανάπαλσης κυμαίνεται συνήθως από 0.01 σε 0.3 του μεγέθους.

### 1.2.2.4. $\delta$ Scuti μεταβλητοί

Οι  $\delta$  Scuti μεταβλητοί είναι παλλόμενα άστρα με περιόδους μικρότερες από 0.3 ημέρες, φασματικού τύπου A ή F και με τάξη λαμπρότητας κοντά στην Κύρια Ακολουθία (Εικόνα 2). Η μεταβλητότητα τους μπορεί να προέρχεται από ακτινικές ή μη-ακτινικές αναπάλσεις ή ακόμα και από εναλλαγές αυτών. Το απόλυτο μέγεθος των  $\delta$  Scuti κυμαίνεται περίπου από +3.0 έως 0.0. Δεδομένου ότι ακολουθούν τη γνωστή σχέση περιόδου-λαμπρότητας, έχουν χρησιμεύσει ως δείκτες για την εκτίμηση απόστασης του Μεγάλου Νέφους του Μαγγελάνου, σφαιρικών και ανοιχτών σμηνών καθώς και του Γαλαξιακού κέντρου.

### 1.2.2.5. RR Lyrae μεταβλητοί

Οι RR Lyrae είναι ακτινικά παλλόμενοι αστέρες με περίοδο από 0.2 έως 1 ημέρα περίπου, φασματικού τύπου A κυρίως και μάζας μικρότερης από αυτή του Ήλιου. Η μεταλλικότητα τους μπορεί να είναι αντίστοιχη του Ήλιου αλλά μπορεί να είναι έως και 100 φορές χαμηλότερη, γεγονός που σε συνδυασμό με την σχέση περιόδου-λαμπρότητας που τους χαρακτηρίζει, τους καθιστά ιδανικούς δείκτες απόστασης σε παλαιά αστρικά συστήματα όπως νάνοι σφαιροειδείς γαλαξίες ή σμήνη της Γαλαξιακής άλω, όπου οι  $\delta$  Κηφείδες απουσιάζουν. Σε σχέση με τους νεαρούς Κηφείδες που θα δούμε παρακάτω, οι RR Lyrae είναι πιο μεγάλα σε ηλικία άλλα και αμυδρότερα άστρα, απολύτου μεγέθους από +0.5 έως +1.0. Επιπλέον διακρίνονται σε 2 κατηγορίες, τους RRab με μεγάλο φωτομετρικό εύρος (συνήθως στο 1 μέγεθος) και μη-συμμετρική μορφολογία και τους RRc με χαμηλότερο εύρος και ημιτονοειδείς καμπύλες φωτός.

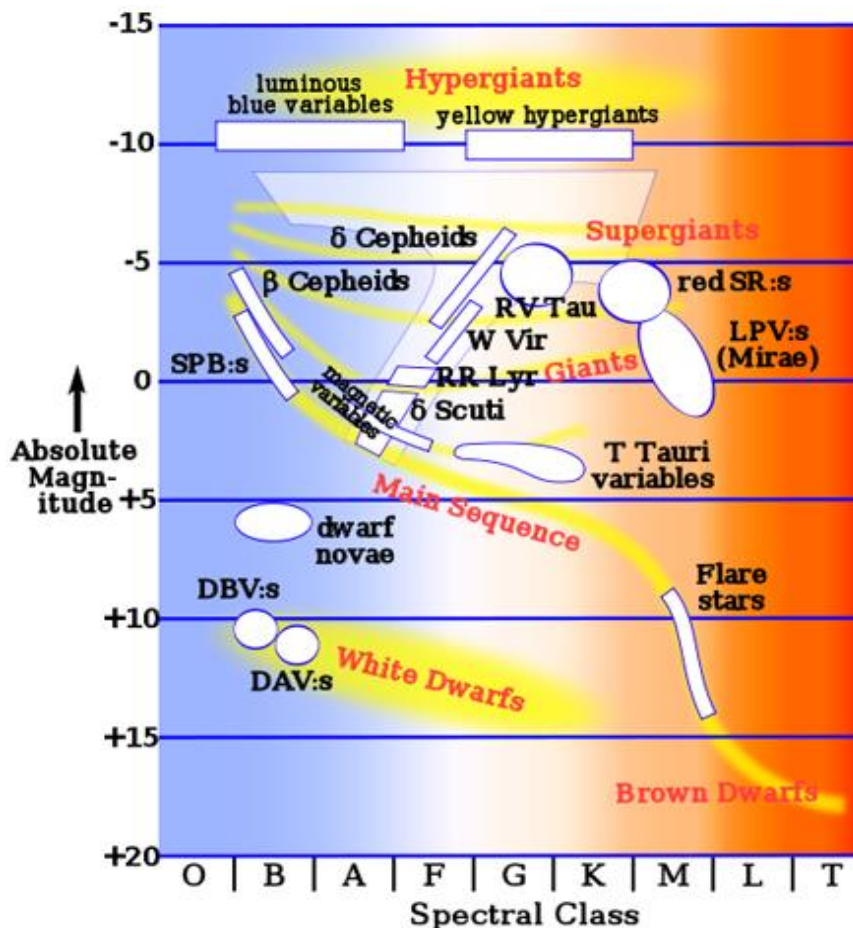
### 1.2.2.6. Κλασσικοί Κηφείδες

Οι Κηφείδες (Κλασσικοί Κηφείδες /  $\delta$  Κηφείδες / Τύπου I Κηφείδες) είναι παλλόμενοι, νεαροί σχετικά, αστέρες που βασίζουν την μεταβλητότητα τους στον «κ» μηχανισμό που δρα στη ζώνη του ιονισμένου ηλίου. Έχουν περιόδους που ξεκινάνε από 1 ημέρα έως και φτάνουν έως μήνες. Οι Κηφείδες με μικρή περιοδικότητα παρουσιάζουν καμπύλες με στενά μέγιστα ενώ για μεγάλες περιοδικότητες τείνουν περισσότερο να είναι ημιτονοειδείς. Ακολουθούν την γνωστή σχέση περιόδου-λαμπρότητας και επειδή είναι πολύ λαμπροί με απόλυτα μεγέθη από -2 έως -6, αποτελούν ιδανικούς δείκτες για την εκτίμηση απόστασης μακρινών γαλαξιών ρυθμίζοντας έτσι την εξωγαλαξιακή κλίμακα απόστασης και επαναπροσδιορίζοντας την σταθερά του Hubble.

Οι Τύπου II Κηφείδες (ή αλλιώς Πληθυσμού II Κηφείδες) από την άλλη, είναι άστρα πιο μεγάλης ηλικίας, πολύ μικρότερης μάζας και αμυδρότερα, που χωρίζονται σε 3 κατηγορίες: στους BL Her με περιόδους έως 4 ημέρες που είναι άστρα που διασχίζουν την ζώνη αστάθειας κατευθυνόμενα προς τον Ασυμπτωτικό Κλάδο Γιγάντων (AGB), στους W Vir με περιόδους έως 20 ημέρες που πιστεύεται ότι δημιουργούν βρόγχους μέσα στη ζώνη αστάθειας εξαιτίας ανάφλεξης του ηλίου που περιβάλλει τον πυρήνα άνθρακα στα AGB άστρα και στους RV Tauri με περιόδους έως 150 ημέρες για τους οποίους θεωρείται ότι είναι άστρα μετά τον AGB που διασχίζουν γρήγορα την ζώνη αστάθειας, για να καταλήξουν στο στάδιο των λευκών νάνων.

### 1.2.2.7. Mira μεταβλητοί

Οι Mira μεταβλητοί γνωστοί και ως Long Period Variables (LPVs), είναι ερυθροί παλλόμενοι αστέρες φασματικού τύπου M, S ή C με ισχυρές μοριακές γραμμές απορρόφησης και γραμμές εκπομπής που σχετίζονται με ωστικά κύματα τα οποία και συνδέονται με τις αναπάλξεις. Το εύρος της μεταβλητότητας τους ξεπερνάει τα 2.5 μεγέθη στο οπτικό αλλά είναι χαμηλότερο στο υπέρυθρο ενώ η περίοδος τους κυμαίνεται από 80 έως 1000 μέρες. Βρίσκονται στην άκρη της ζώνης AGB στο διάγραμμα HR (Εικόνα 2), όπου η παραμονή τους είναι πολύ σύντομη και αναμένεται άμεσα να εξελιχθούν σε πλανητικά νεφελώματα. Οι μεγαλύτερης περιοδικότητας Mira έχουν μεγαλύτερη μάζα και υψηλότερη μεταλλικότητα και συνεπώς, αποτελούν ένα καλό δείκτη ηλικίας και μεταλλικότητας για τον πληθυσμό στον οποίον ανήκουν. Επιπλέον υπακούουν στη γνωστή σχέση περιόδου-λαμπρότητας (όπως αυτή καταγράφεται στο K-φίλτρο ή χρησιμοποιώντας την ολική/βολομετρική λαμπρότητα) και έτσι αποτελούν δείκτες απόστασης.



Εικόνα 2. Διάγραμμα Hertzsprung–Russell με τους σημαντικότερους τύπους ενδογενούς μεταβλητότητας.

### 1.2.3. Περιστρεφόμενοι μεταβλητοί

Περιστρεφόμενοι μεταβλητοί αστέρες είναι εκείνοι οι αστέρες με ανομοιόμορφη επιφανειακή λαμπρότητα εξαιτίας κηλίδων ή θερμικής/χημικής ανομοιογένειας στις ατμόσφαιρες τους που προκαλείται από μαγνητικό πεδίο ή ακόμα και αστέρες ελλειπτικού σχήματος, που κατά τη περιστροφή τους μεταβάλλουν την φωτεινότητα τους σε σχέση με τον παρατηρητή.

#### 1.2.3.1. Ap & roAp μεταβλητοί

Οι Ap μεταβλητοί είναι αστέρες φασματικού τύπου A με ιδιόμορφο (peculiar) φάσμα, που παρουσιάζει υπεραφθονία σπάνιων μετάλλων. Χαρακτηρίζονται από ισχυρά επιφανειακά μαγνητικά πεδία της τάξεως από 0.3 έως 30 kG η ένταση των οποίων μεταβάλλεται κατά την περιστροφή του αστέρα λόγω της κλίσης του μαγνητικού άξονα σε σχέση με τον άξονα περιστροφής (oblique-rotator model). Είναι

σχετικά αργά περιστρεφόμενα άστρα με περίοδο που προσεγγίζεται από την περιοδικότητα της φωτεινότητας που προκαλείται από τις αστρικές κηλίδες τους και η οποία κυμαίνεται από μία μέρα έως μία εβδομάδα. Οι roAp (rapidly-oscillating Ap) μεταβλητοί από την άλλη, είναι μη-ακτινικά παλλόμενοι αστέρες με περίοδο μόλις από 5 έως 20 λεπτά και εύρος μόλις μερικά χιλιοστά του μεγέθους που διαμορφώνεται λόγω ταύτισης του άξονα ανάπαλσης με τον μαγνητικό ή τον περιστροφικό άξονα. Οι roAp αστέρες βρίσκονται στη χαμηλότερη περιοχή της ζώνης αστάθειας των  $\delta$  Scuti μεταβλητών στο HR διάγραμμα.

### 1.2.3.2. Ελλειψοειδείς μεταβλητοί

Οι ελλειψοειδείς μεταβλητοί ανήκουν σε διπλά μη-εκλειπτικά συστήματα αστέρων, των οποίων το ένα ή και τα δύο μέλη έχουν παραμορφωθεί και επιμηκυνθεί λόγω αμοιβαίων παλιρροιακών δυνάμεων. Καθώς το παραμορφώμενο άστρο περιστρέφεται παρουσιάζει 2 ελάχιστα και 2 μέγιστα ανα τροχιακό κύκλο. Οι καμπύλες φωτός των ελλειψοειδών, παρουσιάζουν ημιτονοειδή μορφολογία χαμηλού φωτομετρικού εύρους και ορισμένες φορές άνισα ελάχιστα εξαιτίας της αμαύρωσης χείλους στο άκρο του πιο επιμήκους μέλους (Soszynski et al. 2004). Το φωτεινότερο ελλειψοειδές άστρο είναι ο Στάχης (Spica) της Παρθένου.

### 1.2.3 3. Πάλσαρς

Οι πάλσαρς είναι εξαιρετικά συμπαγή αντικείμενα στο Σύμπαν και αποτελούν το τελευταίο στάδιο της εξέλιξης αστέρων μάζας περίπου  $10M_{\odot} \leq M \leq 20M_{\odot}$ . Είναι επακόλουθα υπερκαινοφανών εκρήξεων τύπου II, εξαιτίας της κατάρρευσης του πυρήνα σιδήρου των αστέρων αλλά συζητείται η περίπτωση να δημιουργούνται και από εκρήξεις τύπου I, που λαμβάνουν χώρα σε διπλά αστρικά συστήματα με λευκούς νάνους που προσαυξάνουν την μάζα τους ξεπερνώντας το όριο Chandrasekhar. Κατά την κατάρρευση του πυρήνα, η στροφορμή διατηρείται, καθιστώντας τους πάλσαρς ταχύτατα περιστρεφόμενα άστρα. Το μαγνητικό τους πεδίο είναι επίσης ισχυρό, της τάξεως των  $10^9$  Tesla. Τα μεγάλα ηλεκτρικά πεδία που παράγονται, επιταχύνουν σε σχε-09τικιστικές ταχύτητες τα ελεύθερα ηλεκτρόνια και πρωτόνια που βρίσκονται στην επιφάνεια του πάλσαρ, τα οποία και εκπέμπουν ακτινοβολία σύγχροτρον κατά μήκος ενός κώνου που έχει σαν βάση τον μαγνητικό πόλο. Ο κώνος περιστρέφεται με την ταχύτητα του πάλσαρ και στην περίπτωση που τέμνει την ακτίνα όρασης του παρατηρητή, γίνεται αισθητός σαν ένας ‘παλμός’ με περίοδο από 1.558 ms έως 4.308 s. Οι περισσότεροι πάλσαρς εκπέμπουν στα ραδιοκύματα (ραδιοπάλσαρς) ενώ ορισμένοι στην περιοχή των ακτινών X μέσα από συστήματα (X-ray binaries).



## **1.2.4. Κατακλυσμικοί μεταβλητοί**

*Κατακλυσμικοί μεταβλητοί αστέρες ονομάζονται εκείνοι οι αστέρες που παρουσιάζουν εκλάμψεις (outbursts) που προκαλούνται από θερμοπυρηνικές διεργασίες στην επιφάνεια τους (Novae) ή βαθειά στο εσωτερικό τους (Supernovae).*

### **1.2.4.1. Καινοφανείς**

Οι καινοφανείς (Novae) είναι συστήματα μικρής περιόδου γενικά, που αποτελούνται από ένα λευκό νάνο και έναν συνοδό ψυχρό αστέρα συνήθως της Κύριας Ακολουθίας, φασματικού τύπου G ή K. Είναι αρκετά κοντινά συστήματα ώστε ο συνοδός έχει γεμίσει τον λοβό του Roche και έχει δημιουργήσει έτσι, ένα δίσκο προσάυξης αερίου (κυρίως υδρογόνου και ηλίου) γύρω από το λευκό νάνο. Το αέριο που προσπίπτει και συμπιέζεται στην επιφάνεια του λευκού νάνου που αποτελείται από πυρήνες C και O, αρχίζει να καίγεται μέσω του κύκλου CNO. Μέσα από θερμοπυρηνική αντίδραση «διαφυγής» (runaway reaction), ο λευκός νάνος εκτινάσσει μέρος των αερίων, δημιουργώντας μια εξαιρετικά μεγάλη αύξηση της λαμπρότητας του, που οδηγεί σε απότομη αύξηση του απολύτου μεγέθους μεταξύ -6 και -9. Ακολουθεί έπειτα σταδιακή μείωση που επαναφέρει τη λαμπρότητα στην αρχική τιμή της, συνήθως μέσα σε διάστημα λίγων μηνών.

### **1.2.4.2. Υπερκαινοφανείς**

Οι εκρήξεις υπερκαινοφανών (supernovae) είναι το αποτέλεσμα της βίαιας εκτίναξης μεγάλης ποσότητας αστρικής ύλης στο μεσοαστρικό χώρο με ταχύτητες που φτάνουν μερικές δεκάδες χιλιάδες  $\text{km s}^{-1}$  και η οποία μπορεί να οδηγήσει στην αύξηση της λαμπρότητας κατά 20 μεγέθη, μέσα σε λίγες μόλις μέρες. Ανάλογα με την παρουσία ή μη γραμμών υδρογόνου στο φάσμα τους, διακρίνονται σε 2 τύπους: (i) ο τύπος I που φτάνει σε απόλυτο μέγεθος περίπου -19, ενώ από το φάσμα του απουσιάζουν γραμμές υδρογόνου αλλά παρουσιάζεται ισχυρή απορρόφηση Si II (τύπος Ia) ή He I (τύπος Ib) ή καμία από τις παραπάνω (τύπος Ic). Ισχυροί υποψήφιοι γεννήτορες του συγκεκριμένου τύπου, είναι συστήματα με λευκό νάνο του οποίου η μάζα προσαυξάνεται από τον συνοδό και ξεπερνάει το όριο Chandrasekhar, (ii) ο τύπος II που φτάνει σε απόλυτο μέγεθος γύρω στο -17 και παρουσιάζει γραμμές υδρογόνου στο φάσμα του, ενώ προέρχεται από την κατάρρευση του πυρήνα σιδήρου αστέρων μεγάλης μάζας. Η κατάρρευση του πυρήνα προκαλεί ένα ισχυρό κρουστικό κύμα που εξωθεί το εξωτερικό περιβλήμα του αστέρα στον περιβάλλοντα χώρο. Η μετέπειτα σταδιακή μείωση της λαμπρότητας μπορεί να είναι γραμμική (τύπος II-L) ή

να σχηματίζει ‘πλατό’ (τύπος II-P) με γεννιήτορες του συγκεκριμένου τύπου, τους ερυθρούς υπεργίγαντες (Smartt 2009). Η αλληλεπίδραση του απωθούμενου κελύφους με τη μεσοαστρική ύλη, δημιουργεί το λεγόμενο «υπόλειμμα» υπερκαινοφανούς (supernova remnant).

### **1.2.5. Εκλειπτικοί μεταβλητοί**

*Εκλειπτικοί μεταβλητοί είναι εκείνοι οι αστέρες που μεταβάλλουν την φωτεινότητα τους λόγω της ύπαρξης συνοδών αστερών, το επίπεδο της κίνησης των οποίων, είναι παράλληλο στη γραμμή παρατήρησης. Η μορφολογία της περιοδικής μεταβολής της φωτεινότητας τους, εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της τροχιάς καθώς και τα φυσικά και εξελικτικά χαρακτηριστικά των μελών του συστήματος.*

#### **1.2.5.1. Συστήματα τύπου Algol**

Τα συστήματα τύπου Algol (EA) παρουσιάζουν δύο εκλείψεις συνήθως άνισου βάθους, όταν το ένα από τα δυο σώματα είναι αρκετά θερμότερο από το άλλο, ενώ το βάθος των εκλείψεων μπορεί να φτάσει έως μερικές μονάδες του μεγέθους. Οι εκλείψεις είναι ‘αιχμηρές’, γεγονός που καθιστά ακριβή την μέτρηση της τροχιακής περιόδου των συστημάτων αυτών. Η φωτεινότητα του συστήματος στο διάστημα μεταξύ των εκλείψεων παραμένει σταθερή, αποδεικνύοντας ότι τα μέλη είναι σφαιρικά ή έχουν ελαφρά ελλειψοειδές σχήμα. Τα περισσότερα γνωστά Algol συστήματα είναι κοντινά με περιόδους μερικών ημερών, ενώ η μεγαλύτερη περίοδος που έχει παρατηρηθεί είναι 27 έτη ( $\epsilon$  Aurigae).

#### **1.2.5.2. Συστήματα τύπου $\beta$ Lyrae**

Τα συστήματα τύπου  $\beta$  Lyrae (EB) είναι κοντινά εκλειπτικά συστήματα, των οποίων το ένα ή και τα δύο μέλη είναι σε μεγάλο βαθμό ελλειψοειδώς παραμορφωμένα. Ενδεχομένως ο ένας από τους δύο αστέρες να έχει εξελιχθεί και να έχει γεμίσει το μέρος του λοβού του Roche που του αντιστοιχεί. Οι εκλείψεις έχουν συνήθως διαφορετικά βάθη ενώ το διάστημα μεταξύ των αυτών μεταβάλλεται, καθιστώντας δυσκολότερη την εκτίμηση της χρονικής στιγμής που ξεκινάει η έκλειψη. Η περίοδος των EB εκλειπτικών συστημάτων, φτάνει έως τις 200 μέρες.

### 1.2.5.3. Συστήματα τύπου W UMa

Τα συστήματα τύπου W UMa (EW) είναι συστήματα με συνεχώς μεταβαλλόμενη λαμπρότητα και ίσα περίπου εκλειπτικά βάρη που υποδεικνύουν ότι τα μέλη τους έχουν παρόμοιες θερμοκρασίες. Ταυτόχρονα όμως, ο λόγος μαζών τους δεν είναι ίσος με την μονάδα γεγονός που υποδηλώνει ότι ο βαρύτερος αστέρας μεταφέρει μάζα στον συνοδό του μέσω ενός κοινού περιβλήματος, εξισώνοντας έτσι τις θερμοκρασίες. Οι W UMa χωρίζονται σε 2 κατηγορίες : τύπου A, όπου και τα 2 του μέλη του έχουν φασματικό τύπο A έως F και περίοδο από 0.4 έως 0.8 μέρες και τύπου B, με ψυχρότερα μέλη φασματικού τύπου G έως K και περίοδο 0.22 έως 0.4 μέρες. Υπολογίζεται ότι 1 στα 500 άστρα της Κύριας Ακολουθίας με φασματικό τύπο A έως K, είναι σύστημα W UMa.

## **1.3 Φωτομετρία Μεταβλητών Μεγάλης Μάζας Αστέρων**

Στις δύο προηγούμενες δεκαετίες τα προγράμματα παρακολούθησης φαινομένων βαρυτικής μικροεστίασης MACHO (Alcock et al. 1993), OGLE-II (Udalski et al. 1997) και EROS (Aubourg et al. 1995) δημιούργησαν βάσεις δεδομένων με καμπύλες φωτός αστέρων μεγάλης μάζας τόσο στον Γαλαξία όσο και στα Νέφη του Μαγγελάνου, διευκολύνοντας έτσι την λεπτομερή μελέτη μεταβλητών αστέρων, π.χ. Be αστέρες (Keller et al. 2002; Mennickent et al. 2002; de Wit et al. 2003; Sabogal et al. 2005, 2008). Επιπλέον, μελετήθηκε η μεταβλητότητα σαν συνάρτηση του φασματικού τύπου των αστέρων, με το All Sky Automated Survey (ASAS; Pojmanski 2002) αλλά και με δεδομένα του δορυφόρου Hipparcos. Οι Szczygiel et al. (2010) διερεύνησαν 10 χρόνια φωτομετρίας με το ASAS εξετάζοντας την μεταβλητότητα 600 αστέρων μεγάλης μάζας του Μεγάλου Νέφους του Μαγγελάνου. Ουσιαστικά επικεντρώθηκαν σε λαμπρούς αστέρες μεταγενέστερου φασματικού τύπου αποδίδοντας συνολικά 117 μεταβλητούς από τους οποίους το ~73% ήταν ερυθροί υπεργίγαντες. Οι Hubert & Floquet (1998) χρησιμοποίησαν την φωτομετρία του Hipparcos για ένα κατάλογο 289 Be αστέρων του Γαλαξία, με φασματικό τύπο O9.5 έως A0 και ανίχνευσαν βραχεία περιοδικότητα στο ~86% των προγενέστερου τύπου αστέρων Be. Οι φωτομετρικές παρατηρήσεις που χρησιμοποίησαν ήταν συνολικά 110 και κάλυπταν χρονική περίοδο 4 ετών.

Όπως ήδη αναφέραμε, τα υψηλά ποσοστά των αστέρων μεγάλης μάζας που βρίσκονται μέσα σε διπλά συστήματα, καθιστούν εύκολη την φωτομετρική και φασματοσκοπική ανίχνευσή τους. Τα εκλειπτικά συστήματα παρέχουν μία γεωμετρική μέθοδο για τον προσδιορισμό των θεμελιωδών παραμέτρων των αστέρων μεγάλης μάζας (Andersen 1991; Torres et al. 2010). Συνδυάζοντας την φωτομετρία με την φασματοσκοπία αυτών, μπορούμε να εκτιμήσουμε τις ακτίνες των συστημάτων, τις μάζες των μελών, τις ενεργές θερμοκρασίες καθώς και τις τιμές επιφανειακής

βαρύτητας (π.χ. Bonanos 2009). Επιπλέον μπορούν να εκτιμηθούν οι λαμπρότητες, και να προσδιοριστεί με ακρίβεια η μεσοαστρική ερυθρώση και η απόσταση (Bonanos et al. 2006, 2011). Η ακριβής μέτρηση των θεμελιωδών παραμέτρων των αστέρων μεγάλης μάζας, είναι πρωταρχικής σημασίας για τον περιορισμό των μοντέλων της δημιουργίας και εξέλιξης αυτών. Τέλος, τα εκλειπτικά συστήματα αποτελούν ένα ισχυρό εργαλείο για τον προσδιορισμό ενός άνω ορίου μάζας στην φύση (Bonanos et al. 2004; Rauw et al. 2004).

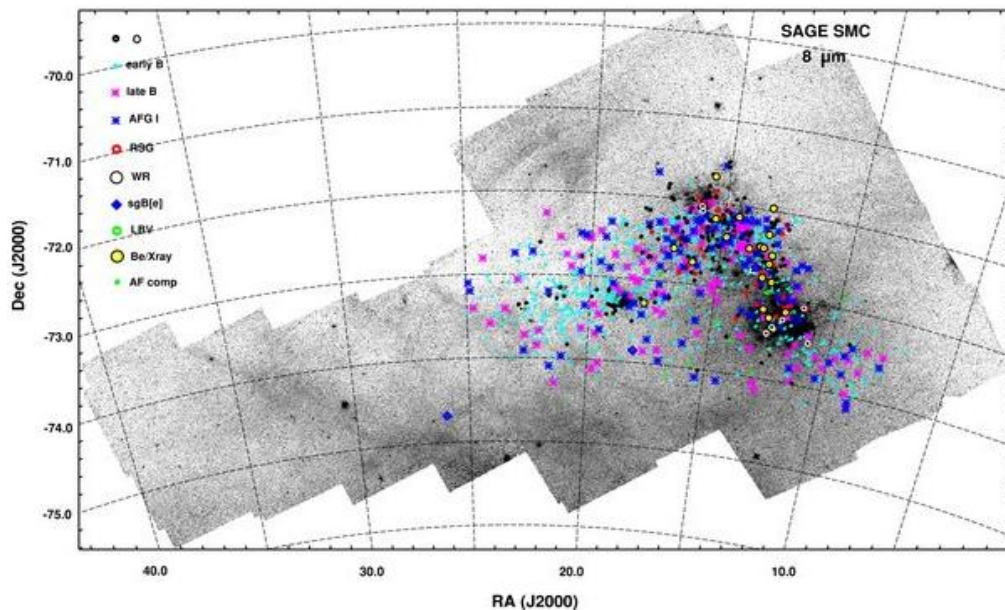
Ο σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να χρησιμοποιήσουμε τις καμπύλες φωτός αστέρων του Μικρού Νέφους του Μαγγελάνου του προγράμματος μικροεστίασης OGLE-III, για να διερευνήσουμε έτσι μακροχρόνια την μεταβλητότητα αστέρων μεγάλης μάζας γνωστών φασματικών τύπων από τη βιβλιογραφία, συγκεντρωμένα σε ένα κατάλογο από τους Bonanos et al. (2010) καθώς και να διεξάγουμε στατιστικές που συσχετίζουν τη μεταβλητότητα με τον φασματικό τύπο.

# Κεφάλαιο 2

## ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

### 2.1. Ο Κατάλογος Αστέρων Μεγάλης Μάζας

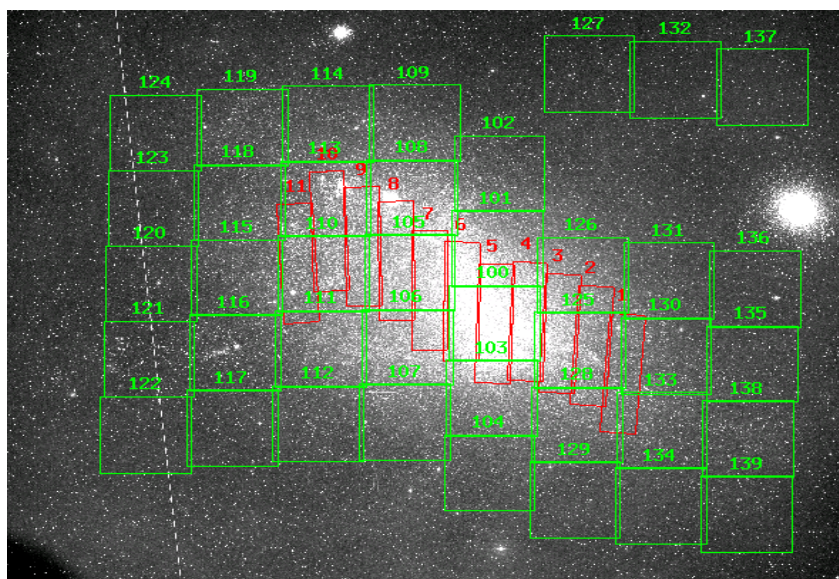
Για την έρευνα μας χρησιμοποιήσαμε τον κατάλογο των Bonanos et al. (2010), ο οποίος περιέχει συνολικά 5324 γνωστούς αστέρες μεγάλης μάζας ( $\geq 8M_{\odot}$ ) του Μικρού Νέφους του Μαγγελάνου, με τις ονομασίες τους, συντεταγμένες (J2000.0) και τις φασματικές ταξινομήσεις με ακρίβεια ενός φασματικού τύπου και μίας τάξης λαμπρότητας. Ο κατάλογος περιέχει αναλυτικά 12 αστέρες Wolf Rayet, 277 αστέρες φασματικού τύπου O, 3069 προγενέστερου τύπου B, 602 μεταγενέστερου τύπου B, 1222 τύπου AFG, 107 τύπου K & M, 34 γνωστούς Be αστέρες (εκ των οποίων 21 Be/XRB δηλαδή συστήματα με Be αστέρες και αστέρες νετρονίων) των οποίων όμως ο ακριβής φασματικός τύπος δεν διευκρινίζεται και τα οποία θεωρήσαμε στην παρούσα έρευνα σαν προγενέστερου τύπου B, καθώς και έναν υπεργίγαντα B[e] (sgB[e]). Στην Εικόνα 3 παρουσιάζεται η χωρική κατανομή των αστέρων του καταλόγου.



Εικόνα 3. Χωρική κατανομή των 5324 αστέρων του καταλόγου από τους Bonanos et al. (2010).

## 2.2. Καμπύλες Φωτός από το Πρόγραμμα OGLE-III

Το πρόγραμμα OGLE-III ήταν ένα μακροχρόνιο πρόγραμμα φωτομετρικής παρακολούθησης ευρέως πεδίου, το οποίο κάλυψε 41 πεδία συνολικής έκτασης 14 τετραγωνικών μοιρών, καταναμημένα στις πυκνότερες περιοχές του Μικρού Νέφους του Μαγγελάνου. Η Εικόνα 4 παρουσιάζει τα πεδία του OGLE-III ενώ παρουσιάζονται και τα αντίστοιχα πεδία του προγενέστερου προγράμματος OGLE-II που κάλυπτε μόλις 2 τετραγωνικές μοίρες στην κεντρική περιοχή του Νέφους.



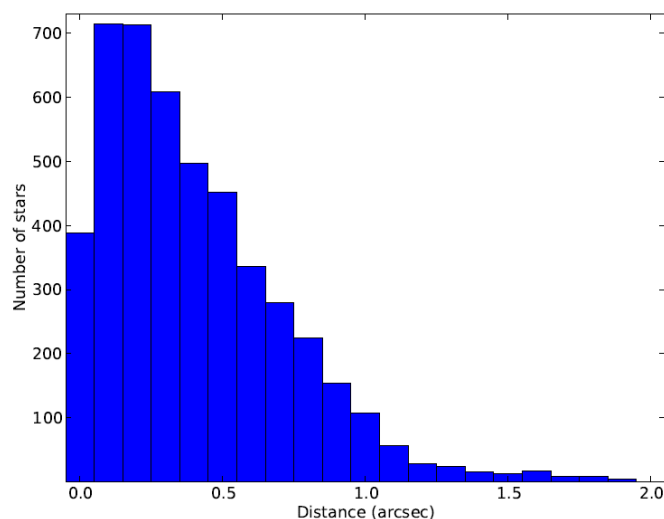
Εικόνα 4. Πεδία έκθεσης των OGLE-III (πράσινο) και OGLE-II (κόκκινο) στο SMC.

Τα παρατηρησιακά δεδομένα ελήφθησαν μεταξύ 2001 και 2009 με το Πολωνικό τηλεσκόπιο 1.3m που βρίσκεται στο αστεροσκοπείο Las Campanas, στην Χιλή. Το τηλεσκόπιο είναι εξοπλισμένο με μία μωσαϊκή κάμερα CCD με 8-chip, με 8192 x 8192 pixels συνολικά και οπτικό πεδίο 35 x 35 arcmin (λεπτομέρειες μπορεί να βρει κανείς στο Udalski 2003). Περίπου το 90 % των παρατηρήσεων έχει ληφθεί στο I-φίλτρο (Cousins) ενώ το 10 % στο V-φίλτρο (Johnson). Συνολικά 5.5 εκατομμύρια πηγές του Μικρού Νέφους του Μαγγελάνου αποτέλεσαν αντικείμενο παρακολούθησης του OGLE-III.

## 2.3. Διαδικασία Αντιστοίχισης

Στόχος μας είναι η συσχέτιση μεταξύ του καταλόγου των αστέρων μεγάλης μάζας των Bonanos et al. (2010), και του καταλόγου αστέρων με καμπύλες φωτεινότητας από το OGLE-III. Δεδομένης της ακρίβειας του 1'' των συντεταγμένων

των αστερών του καταλόγου, εξετάσαμε όλους τους αστέρες με καμπύλες φωτός που βρίσκονταν σε ακτίνα 2'' από τις συντεταγμένες των αστερών του καταλόγου. Σε αρκετές περιπτώσεις, βρέθηκαν περισσότερα από ένα άστρα μέσα στον κύκλο των 2''. Συνήθως ο πλησιέστερος αστέρας ήταν και ο λαμπρότερος, οπότε και επελέγη ως η σωστή αντιστοίχιση με τον αστέρα του καταλόγου. Η Εικόνα 5 παρουσιάζει την κατανομή των αποστάσεων μεταξύ των αστερών του καταλόγου και των επιλεγμένων αντίστοιχων αστερών από το OGLE-III.

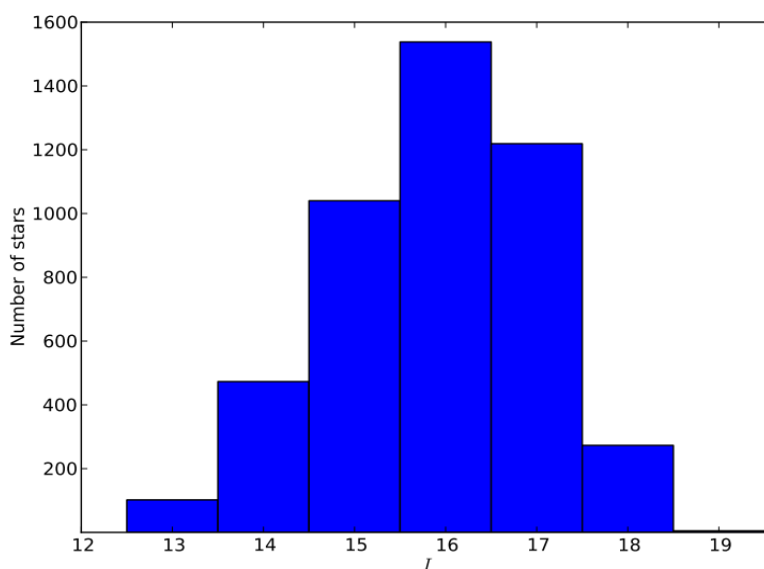


**Εικόνα 5. Κατανομή των αποστάσεων μεταξύ των αστερών του καταλόγου και των επιλεγμένων αντίστοιχων αστερών από το OGLE-III.**

Για τούς αστέρες του καταλόγου μεγάλης μάζας, έχουμε διαθέσιμες φωτομετρικές τιμές στο *I* και *V* φίλτρο, όπως διεξήχθησαν από το Magellanic Clouds Photometric Survey (MCPS; Zaritsky et al. 2002). Συνεπώς, για να επαληθεύσουμε ότι η αντιστοίχιση που κάναμε ήταν η σωστή, συγκρίναμε για κάθε αστέρα τις τιμές αυτές, με τις αντίστοιχες του επιλεγόμενου αστέρα από το OGLE-III. Θέσαμε το διαφορικό όριο των 0.5 mag, κάτω από το οποίο ο επιλεγόμενος αστέρας αποτελούσε την σωστή αντιστοίχιση, έτσι ώστε να μην απορρίψουμε την περίπτωση αστερών με μεγάλη μεταβλητότητα ή εκλειπτικών συστημάτων με μεγάλες εκλείψεις, τα οποία κατά την διάρκεια της MCPS φωτομετρίας τους, είχαν σημαντική διαφορά στο μέγεθος σε σχέση με το μέσο μέγεθος που κατέγραψε μετέπειτα για αυτά το OGLE-III. Συνολικά 67 αστέρες βρέθηκαν να ξεπερνούν αυτό το όριο σε ένα τουλάχιστον φίλτρο. Από αυτούς, κρατήσαμε 5 που αποδείχτηκαν εκλειπτικά συστήματα, 4 Κηφείδες και 14 αστέρες με σημαντική ακανόνιστη μεταβλητότητα όπως θα συζητήσουμε αργότερα. Οι υπόλοιποι 44 αποκλείστηκαν από την μελέτη μας παρουσιάζοντας σταθερές καμπύλες ή χαμηλή μεταβλητότητα που δεν θα μπορούσε να δικαιολογήσει την ασυμφωνία μεγέθους άνω των 0.5 mag. Έχουμε υπόψη μας όμως ότι η φωτομετρία του MCPS διεξήχθη πριν το χρονικό πεδίο ορισμού του OGLE-III και συνεπώς, κάποιιοι από τους αστέρες που απορρίφθηκαν ίσως παρουσίαζαν πράγματι μεταβλητή συμπεριφορά στο παρελθόν.



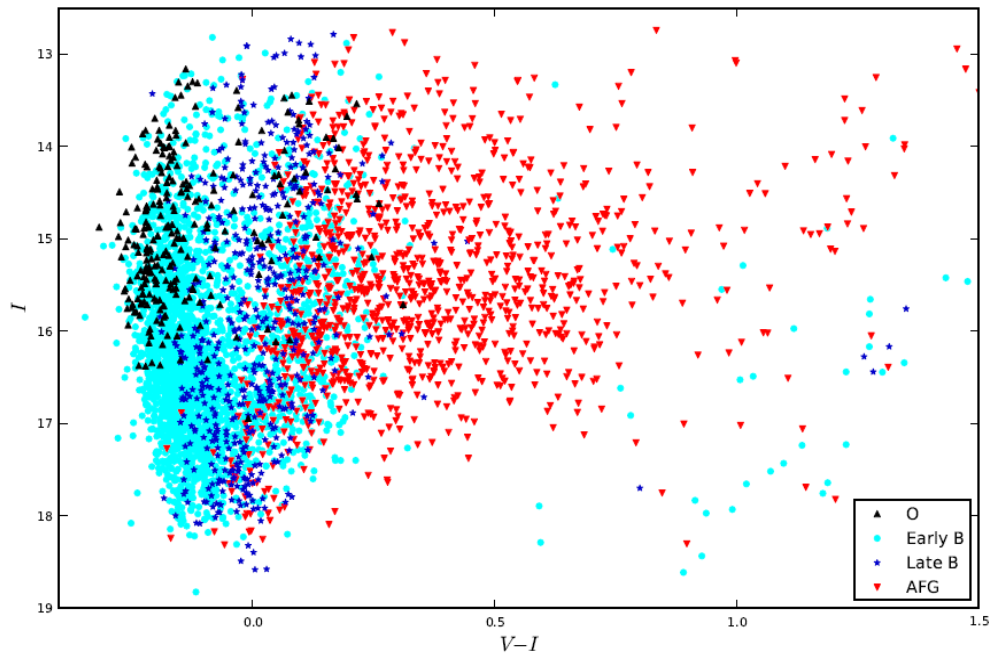
Μέρος του καταλόγου αντιστοιχεί σε αστέρες που δεν περιλαμβάνονται στο πεδίο του OGLE-III, ενώ ένα άλλο, περιλαμβάνει αστέρες πολύ λαμπρούς που ήταν φωτομετρικά κορεσμένοι (saturated) στην βάση δεδομένων του OGLE-III μεταξύ των οποίων, όλοι οι 108 κόκκινοι υπεργίγαντες φασματικού τύπου K και M. Συνολικά 582 αστέρες του αρχικού καταλόγου, αποκλείστηκαν από την έρευνά μας. Ο μέσος αριθμός μετρήσεων ανά αστέρα στο *I*-φίλτρο ήταν 685. Επιπλέον, απορρίψαμε 14 καμπύλες φωτός με λιγότερες από 100 μετρήσεις. Καταλήξαμε με ένα τελικό κατάλογο από 4650 αστέρια μεγέθους 12.6 – 19.5, στο *I*-φίλτρο. Η Εικόνα 6 παρουσιάζει την κατανομή των μεγεθών των αστερών.



Εικόνα 6. Κατανομή των μεγεθών των αστερών στο *I*-φίλτρο.

Στην Εικόνα 7 παρουσιάζουμε το διάγραμμα χρώματος-μεγέθους των αστερών μας, σε σχέση με το φασματικό τους τύπο. Περιλαμβάνει 4612 αστέρες αφού συνολικά 38 αστέρες ήταν κορεσμένοι ή δεν μετρήθηκαν στο *V*-φίλτρο. Ορισμένοι προγενέστερου και μεταγενέστερου B τύπου αστέρες που παρουσιάζουν ιδιαίτερα έντονο ερυθρό χρώμα, αποδίδονται στην μεσοαστρική ερυθρόση που οφείλεται σε hot-spots της μεσοαστρικής ύλης όπως πρόσφατα διερευνήθηκε από τους Sheets et al. (2013) και Adams et al. (2013). Δύναται όμως να οφείλεται και σε πρόβλημα της φωτομετρίας του OGLE-III. Το ποσοστό αυτών, είναι μόλις 1.3 %.

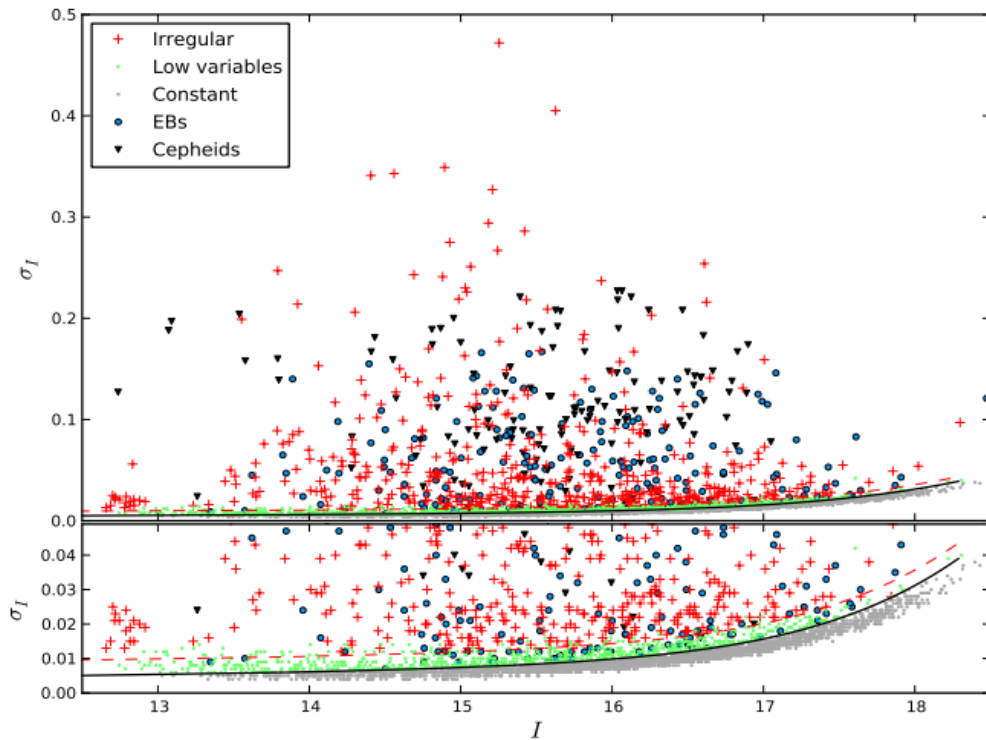




Εικόνα 7. Διάγραμμα χρώματος-μεγέθους στο I-φίλτρο, των 4612 αστερών της παρούσας έρευνας με βάση το φασματικό τους τύπο.

## 2.4. Ανάλυση

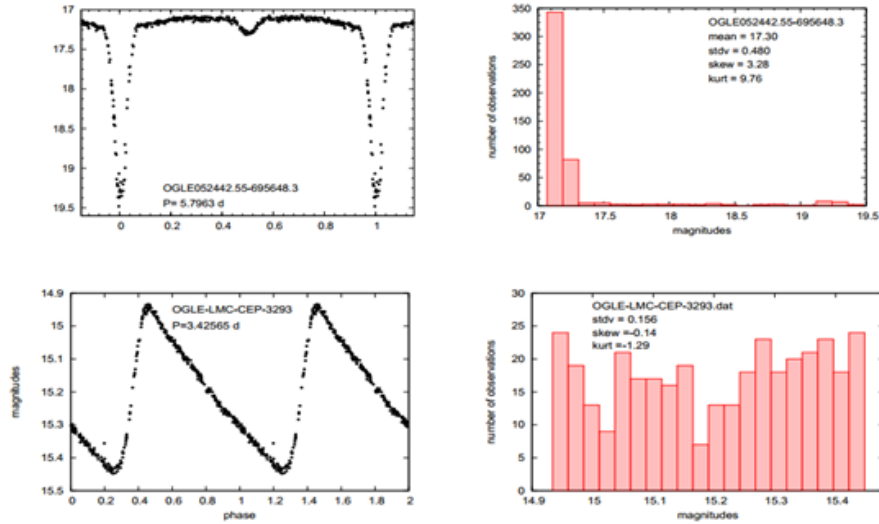
Η ανάλυση των 4650 καμπυλών φωτός του OGLE-III στο I-φίλτρο, βασίζεται στις 4 στατιστικές ροπές: το μέσο μέγεθος, την τυπική απόκλιση, την ασυμμετρία και την κύρτωση. Αρχικά, σε κάθε καμπύλη φωτός χρησιμοποιήσαμε ένα όριο  $2\sigma$  πάνω από τη μέση τιμή της, ώστε να απαλλαγούμε από πιθανές μη-πραγματικές ακραίες τιμές και επαναπροσδιορίσαμε την στατιστική μας. Έπειτα, με βάση την απόκλιση και την μέση τιμή της καμπύλης φωτός του κάθε αστερά, απεικονίσαμε την θέση του πάνω το διάγραμμα  $\sigma$  vs.  $I$ , στο οποίο οι ‘πραγματικοί’ μεταβλητοί καθορίζονται σύμφωνα με τους Graczyk & Eyer (2010) ως εκείνοι οι αστέρες με τιμή απόκλισης μεγαλύτερη από την προτεινόμενη, εμπειρική καμπύλη (Εικόνα 8). Ο σκοπός μας είναι να μελετήσουμε αστέρες με σημαντική μεταβλητότητα, συνεπώς αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε επιπλέον μία δεύτερη, ανασηκωμένη καμπύλη και να χαρακτηρίσουμε ως αστέρες με ‘υψηλή’ μεταβλητότητα εκείνους που παρουσιάζουν τιμή απόκλισης μεγαλύτερη από την ανασηκωμένη καμπύλη, με ‘χαμηλή’ μεταβλητότητα εκείνους των οποίων η τιμή απόκλισης βρίσκεται ανάμεσα στις δυο αυτές καμπύλες ενώ χαρακτηρίσαμε ως ‘σταθερούς’, τους αστέρες των οποίων η τιμή απόκλισης είναι μικρότερη από την προτεινόμενη καμπύλη των Graczyk & Eyer (2010). Στην πραγματικότητα επειδή η καμπύλη του μοντέλου που χρησιμοποιήσαμε είναι εμπειρική, αναμένουμε την ύπαρξη πιθανής επικάλυψης της ‘σταθερής’ στην ‘χαμηλή’ περιοχή μεταβλητότητας. Οι αστέρες με ‘χαμηλή’ μεταβλητότητα, παρουσιάζουν μέσες διακυμάνσεις έως  $\Delta I \sim 0.05$  mag.



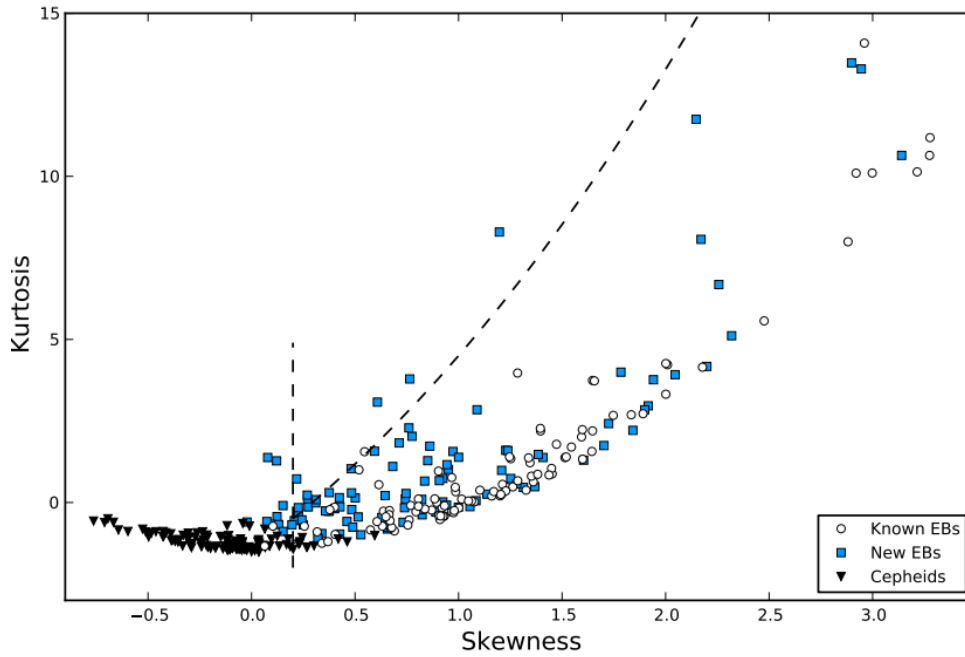
Εικόνα 8. Διάγραμμα τυπικής απόκλισης –μεγέθους στο  $I$ -φίλτρο, των ταξινομημένων ως σταθερών (γκρι), χαμηλής μεταβλητότητας (πράσινο), ακανόνιστων μεταβλητών (κόκκινο), εκλειπτικών συστημάτων (μπλε) και Κηφείδων (μαύρο).

Για την ανίχνευση εκλειπτικών συστημάτων, ακολουθήσαμε την μέθοδο που περιγράφεται από τους Graczyk & Eyer (2010) και βασίζεται στη χρήση του μέτρου της κύρτωσης και της ασυμμετρίας της καμπύλης φωτός. Για μία τέλεια συμμετρική κατανομή, η τιμή της ασυμμετρίας είναι μηδενική ενώ είναι θετική στην περίπτωση που η κατανομή είναι συγκεντρωμένη αριστερά της μέσης τιμής αφήνοντας στα δεξιά μία ‘ουρά’ από λιγότερες παρατηρήσεις και αρνητική στην αντίθετη περίπτωση. Η κύρτωση εκφράζει το πόσο συγκεντρωμένες είναι οι τιμές της κατανομής γύρω από μία τιμή. Για την κανονική Gaussian κατανομή, η τιμή της κύρτωσης είναι μηδενική.

Η καμπύλη φωτός ενός τυπικού εκλειπτικού συστήματος χαρακτηρίζεται από την συγκέντρωση της συντριπτικής πλειοψηφίας των μετρήσεων γύρω από μία ορισμένη τιμή και την ύπαρξη μιας ‘ουράς’ προς τα αμυδρότερα μεγέθη που αποτελείται από ελάχιστες παρατηρήσεις που αντιστοιχούν στα σημεία εκλείψεων. Συνεπώς αναμένουμε συνήθως θετικές τιμές ασυμμετρίας και κύρτωσης. Η κατανομή των παρατηρήσεων των Κηφείδων δε, είναι περισσότερο συμμετρική ενώ παρουσιάζει αρνητική τιμή κύρτωσης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα των δύο αυτών τύπων μεταβλητών, παρουσιάζεται στην Εικόνα 9. Συνεπώς, αναμένουμε τόσο τα εκλειπτικά συστήματα όσο και οι Κηφείδες, να ορίζουν συγκεκριμένες περιοχές στο διάγραμμα ασυμμετρίας-κύρτωσης (Εικόνα 10).



Εικόνα 9. Κατανομή της φωτομετρίας ενός εκλειπτικού συστήματος (επάνω) και ενός Κηφείδα (κάτω). Αναγράφονται οι τιμές της τυπικής απόκλισης, ασυμμετρίας και κύρτωσης (δεξιά).



Εικόνα 10. Διάγραμμα ασυμμετρίας – κύρτωσης των εκλειπτικών συστημάτων και των Κηφείδων που παρουσιάζονται στην συγκεκριμένη μας έρευνα.

Η περιοχή που αναμένουμε να βρούμε συγκεντρωμένα τα εκλειπτικά μας συστήματα σύμφωνα με τους Graczyk & Eyer (2010), εγκλείεται από την ευθεία

$$s = 0.2$$

και την καμπύλη

$$k = 1.2s^{2.11} + 4.8s - 1.5$$

όπου  $s$  και  $k$ , τα μεγέθη της ασυμμετρίας και κύρτωσης, αντίστοιχα.

Οι καμπύλες φωτός εξετάσθηκαν χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο της Ανάλυσης της Διασποράς (Analysis of Variance, Schwarzenberg-Czerny 1989) στο εύρος συχνότητας 0.0001-7 cycles/day και 'διπλώθηκαν' με την περίοδο που αντιστοιχεί στην μέγιστη συχνότητα στο φάσμα ισχύος συχνότητας (power spectrum). Η ανίχνευση περιοδικών με ημιτονοειδή μεταβλητότητα κοντά στο σημείο (0,0) του διαγράμματος ασυμμετρίας-κύρτωσης που αρχικά ταξινομήσαμε λανθασμένα ως εκλειπτικά, αποτέλεσε το κίνητρο ώστε να προεκτείνουμε την αναζήτηση περιοδικών μεταβλητών. Τελικά, όλοι οι αστέρες με 'χαμηλή' μεταβλητότητα αλλά και ορισμένοι με 'υψηλή' για τους οποίους υπήρχαν υποψίες ότι ενδεχομένως να είναι περιοδικοί μετά από τον έλεγχο των ανεπεξέργαστων καμπυλών τους, αποτέλεσαν αντικείμενο ελέγχου με τον περιοδικό αλγόριθμο, αποφέροντας ένα σημαντικό αριθμό μεταβλητών 'βραχείας' και 'μακράς' περιοδικότητας, όπως θα συζητήσουμε στο επόμενο κεφάλαιο. Επιπλέον, ένα ποσοστό  $9 \pm 2\%$  των εκλειπτικών συστημάτων βρέθηκαν τελικά έξω από την αναμενόμενη περιοχή τους όπως φαίνεται στο διάγραμμα ασυμμετρίας-κύρτωσης, όντας αρκετά αποκομμένα (detached) με ελάχιστα σημεία εκλείψεων και μεγάλο βαθμό κύρτωσης ή τύπου W Ursae Majoris (contact) και σχεδόν συμμετρικά.

Τέλος, είναι ιδιαίτερα χρήσιμο να αναφέρουμε, ότι στο παραπάνω διάγραμμα τα πραγματικά σταθερά άστρα, θα βρίσκονταν υπό ιδανικές συνθήκες πάνω στο σημείο (0,0) παρουσιάζοντας τυπικά Gaussian θόρυβο. Οι συνθήκες φωτομετρίας και παρατήρησης όμως, καθιστούν την κατανομή τους 'σχεδόν' κανονική.

# Κεφάλαιο 3

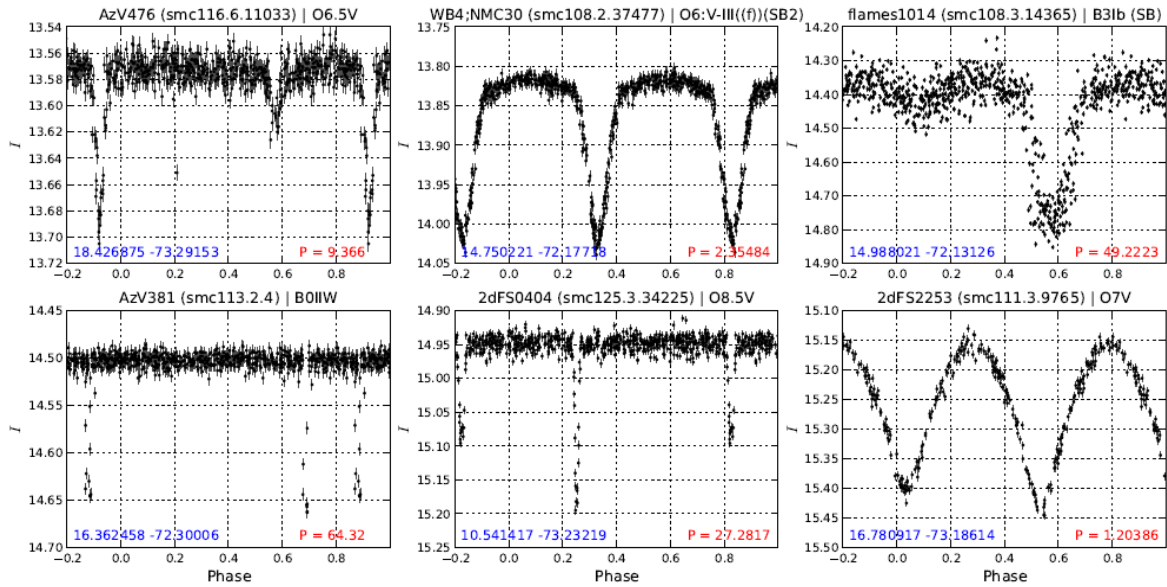
## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### **3.1. Περιοδικοί Μεταβλητοί**

#### **3.1.1. Εκλειπτικά Συστήματα**

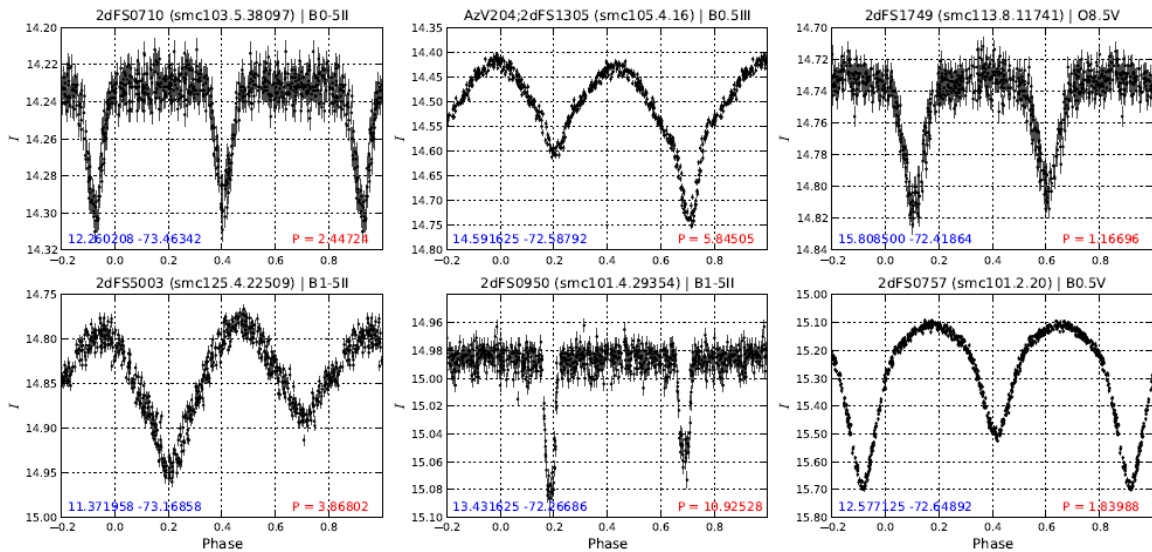
Η ανακάλυψη νέων εκλειπτικών συστημάτων με μέλη μεγάλης μάζας είναι το πρώτο βήμα για τον προσδιορισμό του άνω ορίου μάζας αστερών με ακριβείς μετρήσεις που διεξάγονται δυναμικά, με χρήση φασματικών διπλών συστημάτων. Κατά τη διάρκεια του ελέγχου περιοδικότητας όπως περιγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, ανακαλύψαμε συνολικά 211 εκλειπτικά συστήματα. Από αυτά, τα 108 είναι συστήματα που ανακαλύφθηκαν για πρώτη φορά ενώ τα υπόλοιπα 103 είναι ήδη γνωστά στην βιβλιογραφία.

Τα 108 μη γνωστά εκλειπτικά συστήματα ελέγχθηκαν στον κατάλογο του VizieR με χρήση ακτίνας ελέγχου 3'', από τα οποία 8 είναι συστήματα φασματικού τύπου O, 90 προγενέστερου τύπου (early) B, 9 μεταγενέστερου τύπου (late) B και μόνο ένα φασματικού τύπου F. Ανάμεσα τους, 13 συστήματα έχουν χαρακτηριστεί ως φασματοσκοπικά διπλά από τους Evans et al. (2006) και Hunter et al. (in prep.). Ο Πίνακας 1 στο Παράρτημα, παρουσιάζει τα νέα εκλειπτικά συστήματα ταξινομημένα κατά φασματικό τύπο, μαζί με την ονομασία/σίες του αστέρα, τις συντεταγμένες σε μοίρες (J2000.0), τις τιμές της ασυμμετρίας και κύρτωσης, το πεδίο και αριθμό στην βάση του OGLE-III, το μέσο μέγεθος στο *I* και *V*-φίλτρο, περίοδο σε ημέρες και αναφορά για την περίπτωση που το άστρο έχει αναφερθεί ως απλά, διπλά ή απροσδιόριστα φασματοσκοπικό διπλό. Αντιπροσωπευτικές καμπύλες 6 νέων εκλειπτικών συστημάτων παρουσιάζονται στην Εικόνα 11 μαζί με τις ονομασίες, συντεταγμένες, πεδίο και αριθμό του OGLE-III, φασματικούς τύπους και τις διεξαγόμενες περιόδους σε ημέρες.



**Εικόνα 11.** Καμπύλες φωτός 6 νέων εκλειπτικών συστημάτων στο *I*-φίλτρο, διλωμένες στις αντίστοιχες αναγραφόμενες τιμές περιόδων. Αναγράφονται επίσης η ονομασία του αστέρα, το πεδίο & αριθμός καταγραφής του από το OGLE-III, ο φασματικός τύπος και οι συντεταγμένες του.

Από τα 103 γνωστά εκλειπτικά συστήματα, 35 έχουν ήδη μελετηθεί από τους Hilditch et al. (2005) και 10 από τους Harries et al. (2003). Τα υπόλοιπα 58, ελέγχθηκαν μέσα από τον κατάλογο του VizieR, βρέθηκαν σε προηγούμενες έρευνες κυρίως από τους Wyrzykowski et al. (2004) και Faccioli et al. (2007) και διασταυρώθηκαν με άστρα γνωστού φασματικού τύπου από τον κατάλογο μας. Έξι από αυτά ήταν επίσης φασματοσκοπικά διπλά συστήματα. Οι παρατηρήσεις του OGLE-III μας παρέχουν υψηλής ανάλυσης μακροχρόνιες καμπύλες φωτός και συνεπώς, οι περίοδοι των γνωστών εκλειπτικών συστημάτων που επαναπροσδιορίσαμε, είναι σε πολλές περιπτώσεις ακριβέστερες.

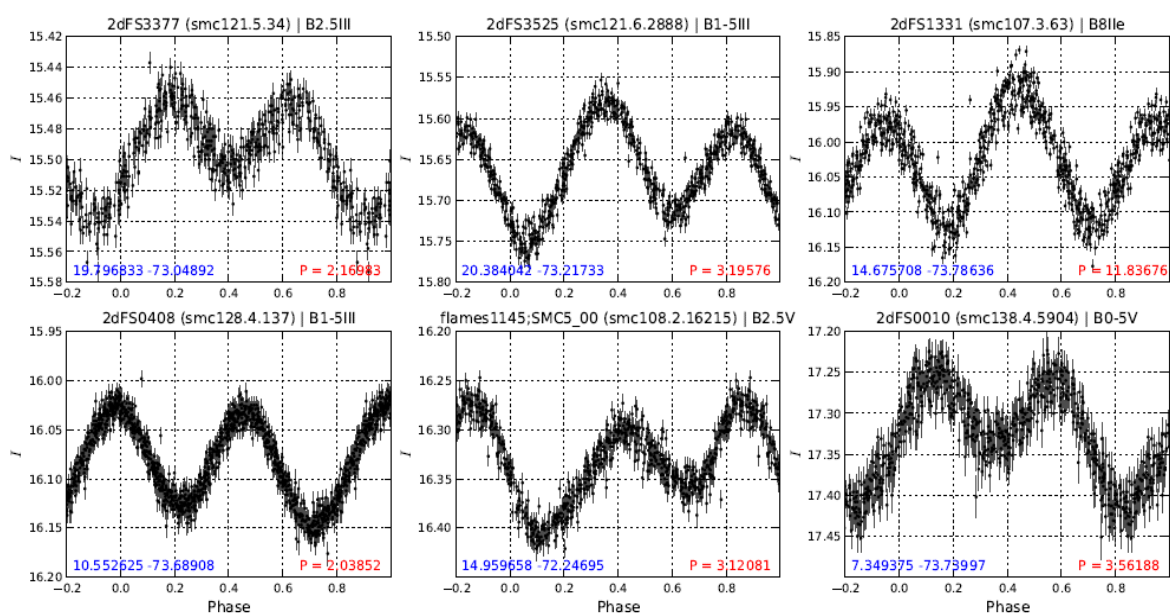


**Εικόνα 12.** Καμπύλες φωτός 6 γνωστών εκλειπτικών συστημάτων στο *I*-φίλτρο, διλωμένες στις αντίστοιχες αναγραφόμενες τιμές περιόδων.

Επιπλέον, αναφέρουμε την περίπτωση του αστέρα 2dFS1636, το οποίο περιέχει σύνθετα στοιχεία από άστρα φασματικών τύπων A και F όπως έχει δημοσιευθεί από τους Evans et al. (2004) και το οποίο αντιστοιχίσαμε με ένα εκλειπτικό σύστημα, γεγονός που ενδεχομένως να προτείνει σαν διπλά, τα άστρα που παρουσιάζουν ανάλογα σύνθετα χαρακτηριστικά στο φάσμα τους. Το συγκεκριμένο αστέρι αναφέρθηκε σαν εκλειπτικό από τους Faccioli et al. (2007), όμως η σύνδεση με το φασματικό τύπο γίνεται για πρώτη φορά στην παρούσα έρευνα. Αντιπροσωπευτικές καμπύλες 6 γνωστών εκλειπτικών συστημάτων παρουσιάζονται στην Εικόνα 12. Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται τα 103 γνωστά εκλειπτικά συστήματα όπως στον Πίνακα 1, μαζί με την αναφορά στην έρευνα που ανέφερε την εκλειπτική τους φύση. Σε περίπτωση που το άστρο έχει αναφερθεί σαν εκλειπτικά διπλό σε περισσότερες από 1 δημοσιεύσεις, αναφέρουμε την πιο πρόσφατη.

### 3.1.2. Ελλειψοειδείς Μεταβλητοί / Συστήματα επαφής

Οι ελλειψοειδείς μεταβλητοί αστέρες έχουν συχνά παρερμηνευτεί ως εκλειπτικά συστήματα στην βιβλιογραφία. Μπορούν να παρερμηνευτούν επίσης ως παλλόμενοι μεταβλητοί ή και ως εκλειπτικά συστήματα επαφής όταν οι καμπύλες φωτός τους παρουσιάζουν έντονο θόρυβο. Αποφασίσαμε να ορίσουμε ως υποψήφιους ελλειψοειδείς μεταβλητούς αστέρες εκείνους που παρουσιάζουν ημιτονοειδή καμπύλη της οποίας τα ελάχιστα είναι άνισα, γεγονός που αποτελεί ένδειξη ότι είναι διπλοί. Επίσης συμπεριλαμβάνουμε εδώ και αστέρες με ίσα ελάχιστα, οι οποίοι όμως έχουν αναγνωριστεί φασματοσκοπικά ως διπλοί. Αντιπροσωπευτικές καμπύλες φωτός 6 ελλειψοειδών μεταβλητών παρουσιάζονται στην Εικόνα 13.



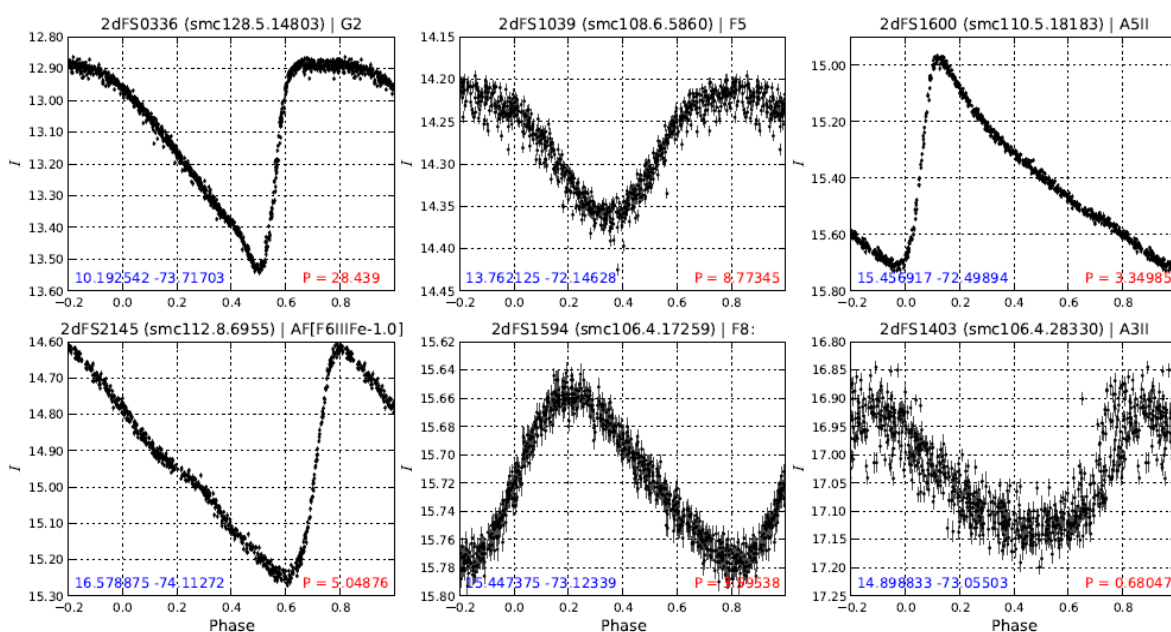
Εικόνα 13. Καμπύλες φωτός 6 ελλειψοειδών μεταβλητών αστέρων στο I-φίλτρο, διπλωμένες στις αντίστοιχες αναγραφόμενες τιμές περιόδων.



Ένας περιοδικά μεταβλητός αστέρας που δεν πληροί τις προϋποθέσεις ενός εκλειπτικού ή ελλειπσοειδούς, έχει ταξινομηθεί ως μεταβλητός ‘βραχείας’ ή ‘μακράς’ περιодικότητας, όπως συζητάμε στην Παράγραφο 3.1.4. Στον Πίνακα 3 παραθέτουμε τους 43 υποψήφιους ελλειπσοειδείς μας (ή όπως είπαμε ενδεχομένως και κάποια εκλειπτικά συστήματα επαφής) ενώ αναφέρουμε και την περίπτωση που έχει αναφερθεί στην βιβλιογραφία ως εκλειπτικό σύστημα.

### 3.1.3. Κλασσικοί Κηφείδες

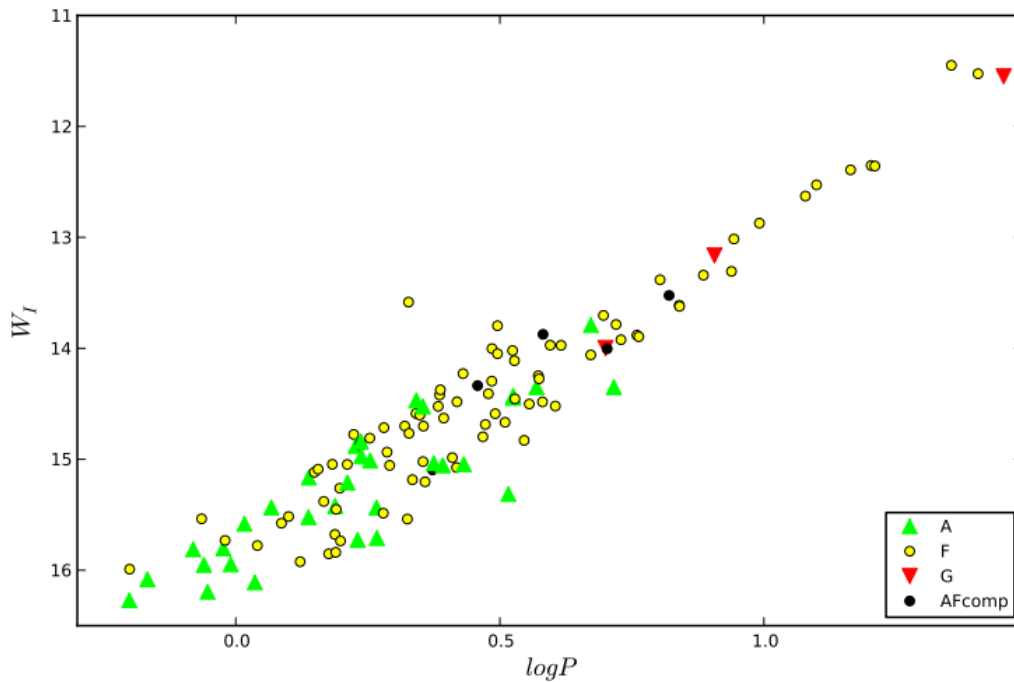
Οι Κηφείδες στο Μικρό Νέφος του Μαγγελάνου έχουν ήδη αποτελέσει αντικείμενο εκτενούς μελέτης από τους Soszynski et al. (2010) με χρήση φωτομετρίας του OGLE-III. Εξακριβώσαμε την ύπαρξη 124 Κλασσικών Κηφείδων μεταξύ των αστέρων του καταλόγου μας, οι οποίοι έχουν ήδη αναφερθεί από τους Soszynski et al. (2010) ενώ αντιστοιχίσαμε πλέον σε αυτούς φασματικούς τύπους, παρουσιάζοντας 32 Κηφείδες τύπου A, 84 τύπου F, 3 τύπου G και 5 με σύνθετα χαρακτηριστικά από τύπους A και F (Evans et al. 2004). Στην Εικόνα 14 παρουσιάζουμε καμπύλες φωτός από 6 Κλασσικούς Κηφείδες του καταλόγου μας.



Εικόνα 14. Καμπύλες φωτός 6 γνωστών Κλασσικών Κηφείδων, διπλωμένες στις αναγραφόμενες τιμές περιόδων.

Ο Πίνακας 4 παραθέτει τα βασικά τους χαρακτηριστικά ενώ η Εικόνα 15 παρουσιάζει το διάγραμμα περιόδου-λαμπρότητας στον ερυθροανεξάρτητο δείκτη Wesenheit,  $W_I = I - 1.55(V - I)$ .

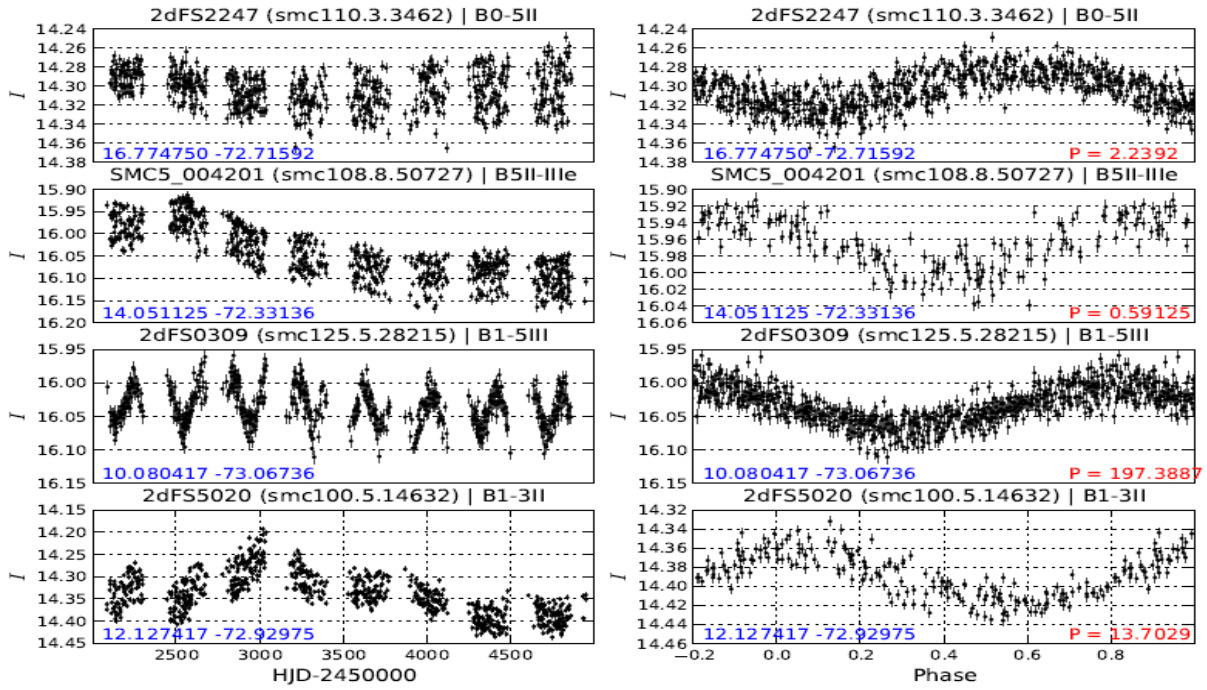




Εικόνα 15. Διάγραμμα περιόδου – Wesenheit των Κλασικών Κηφείδων του καταλόγου μας με βάση τον φασματικό τους τύπο.

### 3.1.4. Άλλοι Περιοδικοί

Οι υπόλοιποι περιοδικοί μεταβλητοί αστέρες που ανιχνεύτηκαν παρουσιάζουν κυρίως ημιτονοειδείς καμπύλες φωτός. Αντιστοιχούν κυρίως σε παλλόμενους μεταβλητούς, περιστρεφόμενους μεταβλητούς με διαμόρφωση αστρικών κηλίδων ή ελλειψοειδείς μεταβλητούς με ίσα ελάχιστα. Τους ταξινομήσαμε ως μεταβλητούς ‘βραχείας’ και ‘μακράς’ περιόδικότητας, εάν παρουσιάζουν περιοδικότητα μικρότερη ή μεγαλύτερη των 3 ημερών αντίστοιχα. Επιπλέον, δηλώσαμε ως ‘περιοδικούς με επιπρόσθετη μεταβλητότητα’ εκείνους των οποίων το περιοδικό σήμα εμφανίζει διακυμάνσεις στο πλάτος ή στην καμπύλη αναφοράς τους άνω των  $\Delta I \sim 0.05$  mag. Στους πίνακες 5 και 6 παρουσιάζουμε τα βασικά χαρακτηριστικά των 139 μεταβλητών ‘βραχείας περιόδικότητας’ και 51 μεταβλητών ‘βραχείας περιόδικότητας με επιπρόσθετη μεταβλητότητα’ αντίστοιχα. Όμοια, στους πίνακες 7 και 8 παραθέτουμε τα χαρακτηριστικά των 42 μεταβλητών ‘μακράς’ περιόδικότητας και 14 μεταβλητών ‘μακράς περιόδικότητας με επιπρόσθετη μεταβλητότητα’. Επιπλέον αναφέρουμε την περίπτωση που ένα άστρο έχει δηλωθεί σαν εκλειπτικό σύστημα στην βιβλιογραφία. Τέλος διασταυρώσαμε συνολικά 8 μεταβλητούς ‘μακράς’ περιόδικότητας με ‘type-3’ μεταβλητούς όπως τους ονόμασαν οι Mennickent et al. (2002). Στην Εικόνα 16 παρουσιάζουμε 4 αντιπροσωπευτικές καμπύλες φωτός, μία από κάθε κατηγορία που περιγράψαμε.



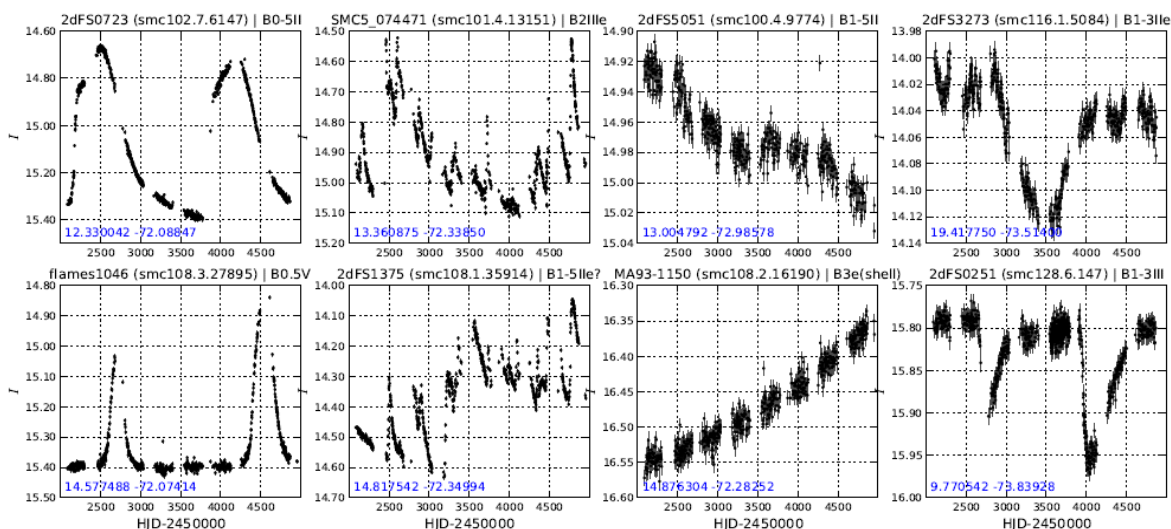
Εικόνα 16. Καμπύλες φωτός ανεπεξέργαστες (αριστερά) και διπλωμένες στις αναγραφόμενες τιμές περιόδων (δεξιά) ενός βραχείας περιοδοτικότητας μεταβλητού αστέρα (1<sup>η</sup> καμπύλη), βραχείας περιοδοτικότητας επιπλέον μεταβλητότητας (SPEV) (2<sup>η</sup> καμπύλη), μακράς περιοδοτικότητας (3<sup>η</sup> καμπύλη) και μακράς επιπλέον μεταβλητότητας (4<sup>η</sup> καμπύλη).

### 3.2. Ανώμαλοι /Ακανόνιστοι Μεταβλητοί

Η μορφολογία των καμπυλών φωτός των αστερών ‘υψηλής’ μεταβλητότητας όπως αυτοί ορίστηκαν από το διάγραμμα  $\sigma$  vs.  $m$ , χαρακτηρίζεται κυρίως σαν ένας ακανόνιστος συνδυασμός από σύντομες ή μακροχρόνιες εκλάμψεις (outbursts) πλάτους έως  $\Delta I \sim 1$  mag και καμπύλες με μονοτονική τάση (trends) εκατοντάδων έως χιλιάδων ημερών. Βασιζόμενοι στην ταξινόμηση από τους Keller et al. (2002) για τους μπλε μεταβλητούς του Μεγάλου Νέφους του Μαγγελάνου, (επανα)προσδιορίσαμε 4 τύπους μεταβλητότητας στο  $I$ -φίλτρο ως

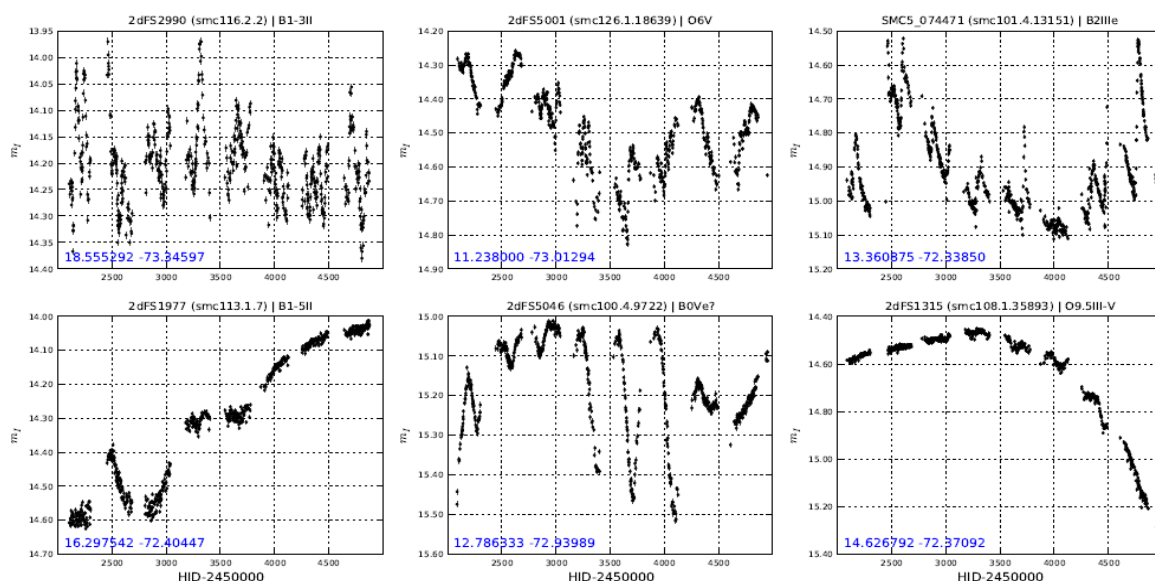
- τύπος ‘**bumper**’ – αύξηση του μεγέθους από ένα σταθερό μέγεθος αναφοράς έως  $\Delta I \sim 1$  mag, σε χρονικό διάστημα 100-1500 ημέρες.
- τύπος ‘**flicker**’ – σύντομες εκλάμψεις χαμηλού πλάτους με  $\Delta I \geq 0.05$  mag. ακολουθούμενες συνήθως από εκθετική πτώση και διάρκεια μόλις δεκάδων ημερών ή και περισσότερο για μεγαλύτερα αντίστοιχα πλάτη.
- τύπος ‘**monotonic**’ – μακροχρόνια, μονοτονική τάση σε όλο το χρονικό πεδίο ορισμού του OGLE-III με πλάτος  $\Delta I \geq 0.05$  mag.
- τύπος ‘**fading**’ – πτώση μεγέθους έως και  $\Delta I \sim 0.6$  mag, διάρκειας έως και 1000 ημέρες.

Η Εικόνα 17 παρουσιάζει μεταβλητούς αστέρες με τυπική συμπεριφορά τύπου bumper, flicker, monotonic και fading.



Εικόνα 17. Καμπύλες φωτός αστέρων που παρουσιάζουν μεμονωμένα τους 4 τύπους μεταβλητότητας, όπως ορίσαμε. Από αριστερά (x2), τύπος bumper (1<sup>η</sup>), flicker (2<sup>η</sup>), monotonic (3<sup>η</sup>) & fading (4<sup>η</sup>).

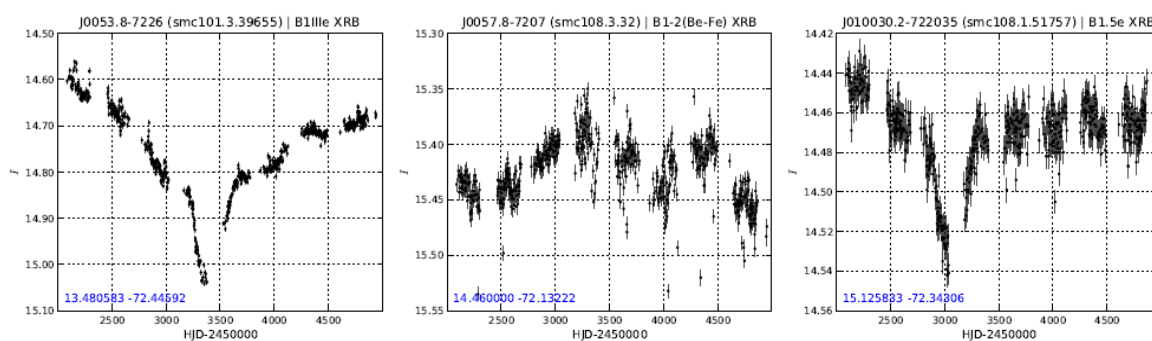
Οι τύποι bumper και flicker είναι ισοδύναμοι με τους ‘type-1: hump-like & sharp outbursts’ τύπους, όπως αντίστοιχα ορίστηκαν από τους Mennickent et al. (2002). Συνολικά, 471 αστέρες μας ταξινομήθηκαν ως ‘ανώμαλοι / ακανόνιστοι’ μεταβλητοί και οι οποίοι παρουσιάζονται στον Πίνακα 9. Στην τελευταία στήλη του πίνακα, αναγράφουμε την περίπτωση που ο αστέρας παρουσιάζει μεμονωμένα έναν από τους παραπάνω 4 τύπους. Στην Εικόνα 18 παρουσιάζουμε αντιπροσωπευτικό δείγμα από 6 ‘ακανόνιστους’ μεταβλητούς μας.



Εικόνα 18. Καμπύλες φωτός 6 ακανόνιστων μεταβλητών αστέρων.

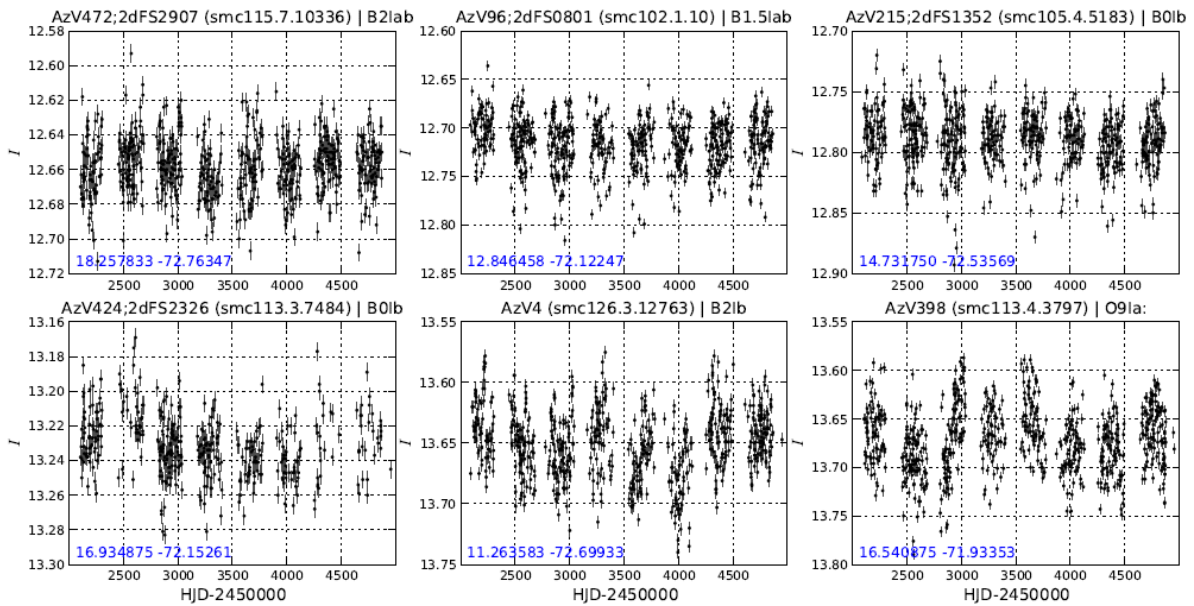
Διασταυρώσαμε τους αστέρες μας με τον Γενικό Κατάλογο Μεταβλητών Αστέρων (General Catalogue of Variable Stars 2007-2012 / Samus et al. 2009) και οι 460 από τους ‘ακανόνιστους μεταβλητούς μας παρουσιάζονται ως νέες ανακαλύψεις. Επίσης, 70 ‘ακανόνιστοι’ μεταβλητοί μας έχουν ήδη δημοσιευθεί από τους Mennickent et al. (2002) ως μεταβλητοί σύμφωνα με φωτομετρικές μετρήσεις του OGLE-II, ενώ 21 συνολικά έχουν δηλωθεί ως Be άστρα από τους Keller et al. (1999). Σε σχέση με τις παραπάνω έρευνες, το ~80% του συνόλου των 471 ακανόνιστων μεταβλητών μας, είναι νέες ανακαλύψεις.

Το σύνολο των 24 Be/XRB του καταλόγου μας που συγκεντρώθηκαν από τους Raguzova & Poron (2005), εμφανίζονται να έχουν ‘ακανόνιστη’ μεταβλητότητα, 4 από τα οποία τύπου fading και 1 τύπου bumper, στο πεδίο ορισμού του OGLE-III. Από αυτά, 21 έχουν ήδη μελετηθεί στη βιβλιογραφία, των οποίων οι καμπύλες φωτός στο οπτικό και υπέρυθρο φίλτρο διεξήχθησαν με φωτομετρία από το MACHO και OGLE. Οι καμπύλες φωτός των 3 υπόλοιπων, παρουσιάζονται στην Εικόνα 19.

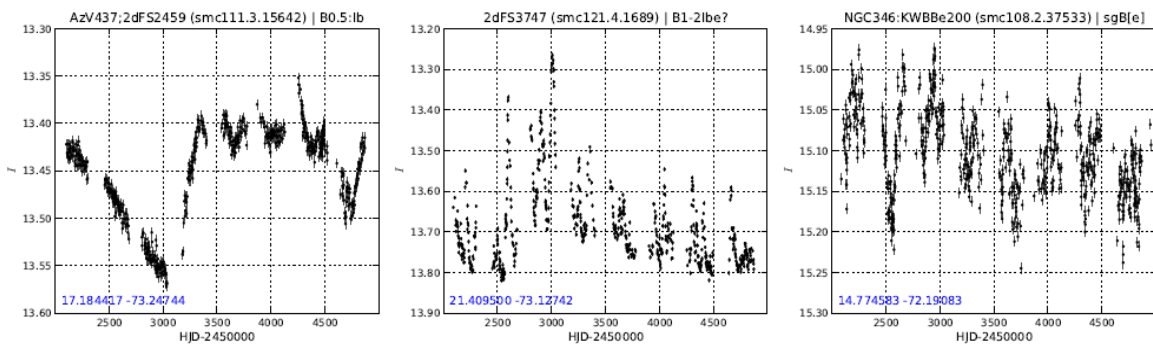


**Εικόνα 19. Καμπύλες φωτός 3 Be/ X-ray συστημάτων, 2 από τα οποία παρουσιάζουν μεταβλητότητα τύπου ‘fading’.**

Ένα σύνολο 28 supergiant αστέρων φασματικού τύπου O, B και A ταξινομήθηκαν ως ‘ακανόνιστοι’ μεταβλητοί δεδομένου ότι η διασπορά τους τα τοποθετούσε πάνω από το κατώφλι της μεταβλητότητας στο διάγραμμα  $\sigma$  vs.  $I$ . Παρατηρώντας τις καμπύλες φωτός τους, μπορούμε να πούμε για τα περισσότερα από αυτά ότι είναι το αποτέλεσμα φωτομετρικού θορύβου, δεδομένου ότι είναι πολύ λαμπρά άστρα πολύ κοντά στον κορεσμό όπως φαίνεται στην Εικόνα 20. Παρά ταύτα, 10 από αυτά παρουσιάζουν συμπεριφορά αντίστοιχη των Be αστέρων. Επιπλέον, 4 από αυτά έχουν αναφερθεί να παρουσιάζουν εκπομπή Ha (παρόλο που η εκπομπή Ha μπορεί να σχετίζεται και με απώλεια μάζας, βλέπετε Leitherer 1988) ενώ 1 έχει αναφερθεί ως B[e] supergiant με περιαστρικό περίβλημα και P Cygni προφίλ από τους Wisniewski et al. (2007), η καμπύλη φωτός του οποίου, παρουσιάζεται στην Εικόνα 21. Εξ ορισμού, τα Be άστρα δεν δύνανται να είναι supergiants (λόγω χαμηλής περιστροφής) (Collins 1987), συνεπώς έχουμε υπ’ όψη μας ότι η τάξη λαμπρότητας αυτών των ‘ακανόνιστων’ supergiant αστέρων, να έχει ενδεχομένως υπερτιμηθεί.



Εικόνα 20. Καμπύλες φωτός supergiant αστέρων που παρουσιάζουν φαινόμενη μεταβλητότητα κυρίως λόγω φωτομετρικού κορεσμού.



Εικόνα 21. Καμπύλες φωτός 3 supergiant αστέρων που παρουσιάζουν μεταβλητότητα 'Be συμπεριφοράς'.

### 3.3. Σταθεροί Αστέρες

Δεδομένης της ακρίβειας της φωτομετρίας του OGLE-III, συνολικά 2753 αστέρες βρίσκονται κάτω από το κατώφλι της μεταβλητότητας όπως καθορίστηκε από την εμπειρική καμπύλη στο  $\sigma$  vs.  $I$ . Από αυτά, 109 είναι φασματικού τύπου O, 1510 προγενέστερου τύπου B, 345 μεταγενέστερου τύπου B και 789 τύπου AFG. Γενικά παρουσιάζουν σταθερή καμπύλη αναφοράς, αν και εντοπίσαμε σε μερικά, ενδείξεις πολύ χαμηλής σχετικά μεταβλητότητας, μη-ικανής όμως να τα καθιερώσει ως αστέρες 'χαμηλής' μεταβλητότητας με το κριτήριο της απόκλισης. Στην παρούσα εργασία, δεν προχωρήσαμε στο να ψάξουμε για περιοδικότητα στην ζώνη των 'σταθερών' αστέρων, συνεπώς έχουμε πιθανόν παραλείψει παλλόμενους μεταβλητούς με πολύ χαμηλό πλάτος ( $\Delta I \leq 0.02$  mag) ή ακόμα και εκλειπτικά συστήματα με μικρές ή 'ρηχές' εκλείψεις.

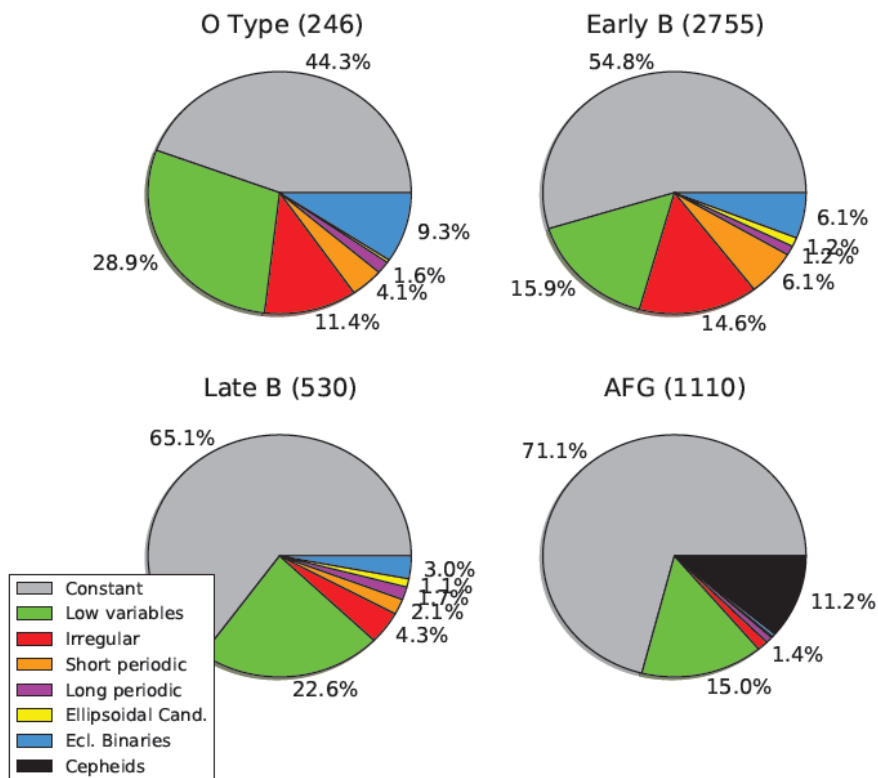


# Κεφάλαιο 4

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

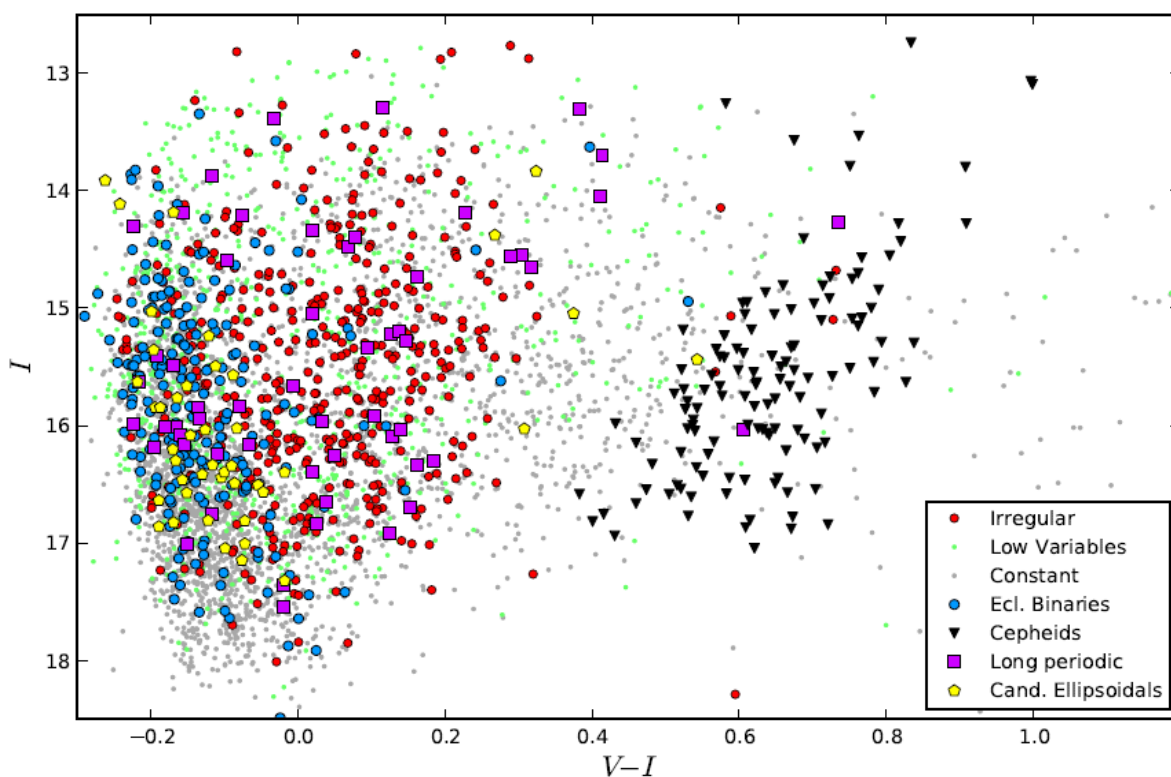
### 4.1. Στατιστική Μεταβλητότητας

Έχοντας ταξινομήσει 4650 άστρα ανάλογα με τον τύπο της μεταβλητότητας τους, συνεχίζουμε για να ερευνήσουμε την μεταβλητότητα των αστέρων σε σχέση με τον φασματικό τους τύπο. Η Εικόνα 22 παρουσιάζει την κατανομή της μεταβλητότητας σε κάθε φασματικό τύπο, παρουσιάζοντας τους ‘σταθερούς’ και εκείνους με ‘χαμηλή’, με ‘ακανόνιστη’ και με περιοδική μεταβλητότητα, όπως διεξήχθησαν από την διαδικασία που περιγράψαμε.



Εικόνα 22. Κατανομή μεταβλητότητας των 4650 αστέρων του καταλόγου με βάση το φασματικό τους τύπο.

Το σύνολο των 9 αστερών Wolf-Rayet δεν εμφανίζεται στην στατιστική, 6 από τους οποίους ταξινομήθηκαν ως αστέρες με ‘χαμηλή’ μεταβλητότητα, 2 με ‘ακανόνιστη’ ενώ 1 ήταν ένα ήδη γνωστό εκλειπτικό σύστημα. Το μέρος των ‘σταθερών’ αστερών αυξάνεται καθώς προχωρούμε σε μεταγενέστερους τύπους όπου η μεταβλητότητα τείνει να εξαλειφθεί. Στην πραγματικότητα, αφού δεν διερευνήσαμε τους ‘σταθερούς’ αστέρες για τυχόν περιοδικότητα, θεωρούμε ότι το μέρος τους είναι ουσιαστικά ένα άνω όριο των αστερών που είναι πραγματικά αμετάβλητοι. Συνεπώς το μέρος  $6.1 \pm 0.5\%$  είναι αντίστοιχα ένα ελάχιστο όριο για τα προγενέστερου Β τύπου άστρα που εμφανίζουν βραχεία περιοδικότητα. Η στοχαστική μεταβλητότητα όπως αντανακλάται στους ‘ακανόνιστους’ μεταβλητούς, κορυφώνεται στους προγενέστερους τύπους ενώ μειώνεται δραματικά μετά τον Β3 φασματικό τύπο. Ισχυριζόμενοι ότι αυτός ο τύπος μεταβλητότητας συνδέεται με το φαινόμενο των Βε αστερών, αναμένουμε να συσχετίζονται με αύξηση του συνεχούς του υπερόθρου εξαιτίας της ‘free-free’ εκπομπής που προέρχεται από τον περιαστρικό τους περιβάλλον. Πράγματι, οι αστέρες αυτοί στην πλειοψηφία τους παρουσιάζουν χρώματα μετατοπισμένα προς το ερυθρό, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα χρώματος-μεγέθους της Εικόνας 23. Στο ίδιο διάγραμμα διακρίνουμε την ζώνη αστάθειας (instability strip) των Κηφείδων μας (μαύρο), τα εκλειπτικά συστήματα (μπλε), τους μεταβλητούς ‘μακράς’ περιοδικότητας (μωβ), τα ‘χαμηλά’ μεταβλητά (πράσινο) και τα ‘σταθερά’ (γκρι) που αποτυπώνονται στο υπόβαθρο.



Εικόνα 23. Διάγραμμα χρώματος-μεγέθους στο I-φίλτρο, των αστερών της έρευνας μας με βάση την μεταβλητότητα τους.

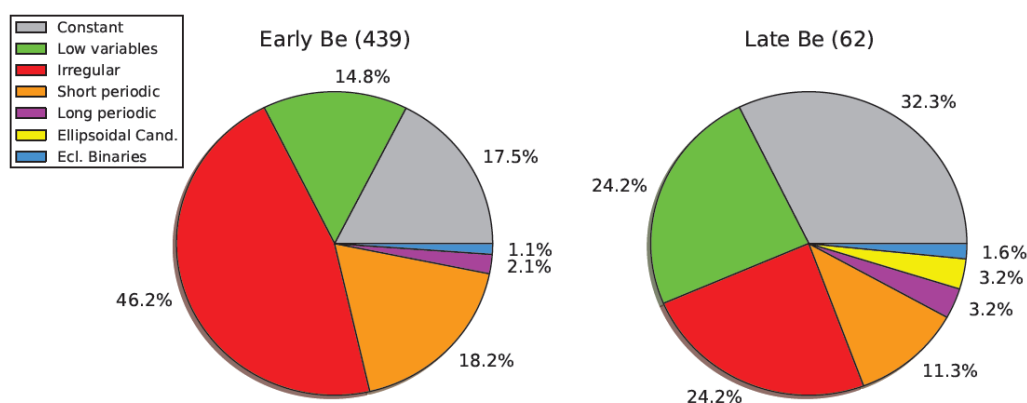
Θεωρώντας την ‘ακανόνιστη’ και τη ‘χαμηλή’ μεταβλητότητα, σαν τον δείκτη μας για να καθορίσουμε ένα υποψήφιο Be αστέρα, οι υποψήφιοι προγενέστερου τύπου Be αστέρες, αποτελούν το  $30 \pm 1\%$  του συνόλου των προγενέστερων τύπου B. Το εν λόγω ποσοστό φαίνεται να συμφωνεί με το ποσοστό  $26 \pm 4\%$  των Be αστέρων όπως προέκυψε από τους Martayan et al. (2007) με παρατηρήσεις γύρω από την περιοχή του σμήνους NGC 330 του Μικρού Νέφους του Μαγγελάνου χρησιμοποιώντας τον φασματογράφο υψηλής ανάλυσης FLAMES του Very Large Telescope (VLT). Το ποσοστό μας επίσης συμφωνεί με τον λόγο  $27 \pm 2\%$  των φωτομετρικών Be αστέρων που διεξήχθη από τους Bonanos et al. (2010) με χρήση υπέρυθρης φωτομετρίας. Η μελέτη 4 νεαρών σμηνών του Μικρού Νέφους του Μαγγελάνου από τους Wisniewski & Bjorkman (2006) με χρήση Ηα φωτομετρίας απέδωσε ένα ποσοστό  $32 \pm 5\%$  των Be αστέρων σε σχέση με το σύνολο των προγενέστερου B τύπου, επίσης σε συμφωνία με το δικό μας ποσοστό. Έχουμε όμως κατά νου δε, ότι το πραγματικό μέρος των Be αστέρων θα αυξηθεί εάν λάβουμε υπ’ όψη ότι δεν έχουμε προσθέσει στο ποσοστό μας το μέρος που αντιστοιχεί σε παλλόμενους Be αστέρες άλλα και θα μειωθεί βέβαια, εάν λάβουμε υπ’ όψη ότι ένα μέρος των αστέρων κυρίως με ‘χαμηλή’ μεταβλητότητα να μην οφείλεται ενδεχομένως στο Be φαινόμενο. Από την άλλη, οι αστέρες φασματικού τύπου O είναι πολύ πιθανόν να παρουσιάζουν χαμηλή φωτομετρική μεταβλητότητα λόγω των ισχυρών αστρικών ανέμων εξαιτίας της πίεσης της ακτινοβολίας. Έχοντας ελέγξει την θέση των 71 τύπου O αστέρων με ‘χαμηλή’ μεταβλητότητα πάνω στο διάγραμμα χρώματος-μεγέθους, όλοι εκτός από 6, δεν παρουσιάζουν ένδειξη υπεροχής στο υπέρυθρο. Επιπλέον από τους 10 εξακριβωμένους φασματοσκοπικά Oe αστέρες, μόλις ένας έχει χαρακτηριστεί με ‘χαμηλή’ μεταβλητότητα. Συνεπώς, δεν δεχόμαστε την ‘χαμηλή’ μεταβλητότητα που παρουσιάζεται στα άστρα φασματικού τύπου O σαν ένδειξη του Oe φαινομένου. Δεχόμενοι τους 28 ‘ακανόνιστους’ τύπου O μεταβλητούς από τους οποίους οι 2 είναι πιθανόν κοντά στον κορεσμό και λαμβάνοντας υπ’ όψη τους 6 με ‘χαμηλή’ μεταβλητότητα που παρουσιάζουν χρώμα μετατοπισμένο προς το ερυθρό, το ποσοστό των υποψήφιων Oe αστέρων είναι  $13 \pm 2\%$  που συμφωνεί με το αντίστοιχο ποσοστό  $10 \pm 2\%$  που διεξήχθη από την έρευνα στο υπέρυθρο των Bonanos et al. (2010).

## **4.2. Συμπεριφορά Φασματοσκοπικών Be αστέρων**

Η Εικόνα 24 παρουσιάζει την κατανομή των Be αστέρων που έχουν εξακριβωθεί φασματοσκοπικά, σε σχέση με την φωτομετρική συμπεριφορά τους. Το ποσοστό  $46 \pm 3\%$  λοιπόν αντιπροσωπεύει τους φασματοσκοπικούς Be αστέρες που έχουν ‘ακανόνιστη’ συμπεριφορά μέσου πλάτους  $\Delta I \geq 0.05$  mag. Προσθέτοντας στοχαστική ‘χαμηλή’ μεταβλητότητα, το ποσοστό ανέρχεται στο  $61 \pm 4\%$ . Επομένως πάνω από τους μισούς φασματοσκοπικούς Be αστέρες φέρονται να μεταβάλλονται φωτομετρικά. Λαμβάνουμε υπ’ όψη μας δε, ότι το πραγματικό ποσοστό των φασματοσκοπικών Be αστέρων με ‘χαμηλή’ μεταβλητότητα, θα είναι ενδεχομένως



μεγαλύτερο δεδομένου ότι σε γενικές γραμμές αυτοί παρουσιάζουν μεγάλα διαστήματα όπου δεν μεταβάλλονται και συνεπώς όταν διεξάγεται φασματοσκοπία σε αυτούς, έχουν μικρότερες πιθανότητες να ανιχνευτεί μία Ηα εκπομπή σε σχέση με τους ‘ακανόνιστους’ που παρουσιάζουν μακροχρόνιες συμπεριφορές υψηλού γενικά φωτομετρικού εύρους. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει το ποσοστό των παλλόμενων μεταβλητών μεταξύ των Be αστερών δεν είναι ολοκληρωμένο, αλλά δεν θα διαφωνούσε με το αντίστοιχο ~25% όπως έχει προκύψει από τους Diago et al. (2008). Επιπλέον, αστέρες με λεπτές γραμμές εκπομπής από το μεσοαστρικό χώρο ίσως να έχουν ‘μολύνει’ το σύνολο των Be αστερών και παρουσιάζονται ως ‘σταθεροί’.

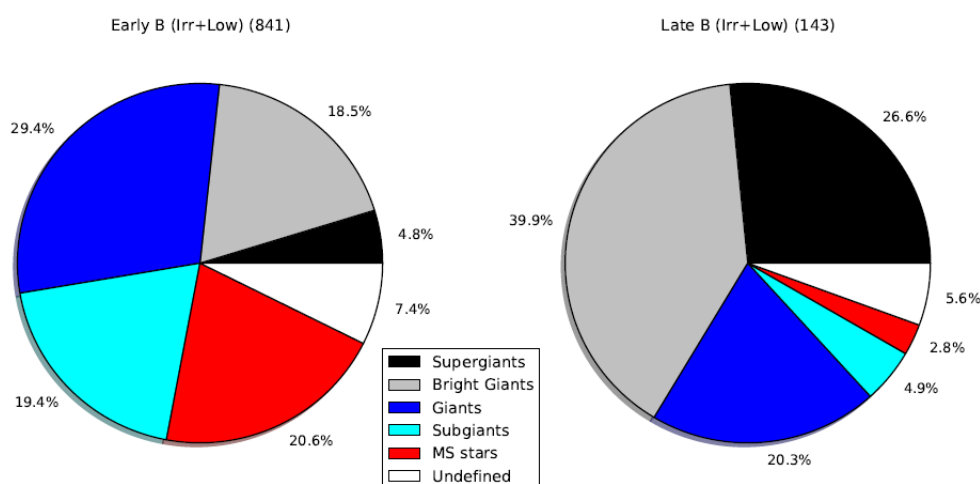


Εικόνα 24. Κατανομή των φασματοσκοπικών Be αστερών σε σχέση με την φωτομετρική τους συμπεριφορά.

Επιπροσθέτως, επειδή ένα μεγάλο μέρος των φασματοσκοπικών Be αστερών διεξήχθησαν πριν την έναρξη του OGLE-III επαναυπολογίσαμε την στατιστική μας χρησιμοποιώντας μόνο εκείνους των οποίων η φασματοσκοπία πραγματοποιήθηκε μεταξύ του 2001 και του 2009. Μία τέτοια επιλογή απέδωσε ένα σύμφωνο ποσοστό  $62 \pm 6\%$ . Από την άλλη, το μεγαλύτερο μέρος του καταλόγου μας, απαρτίζεται από αστέρες που προέρχονται από την έρευνα των Evans et al. (2004) των οποίων η φασματοσκοπία διεξήχθη το 1999, 2 χρόνια πριν την έναρξη του OGLE-III. Λαμβάνοντας μόνο τους φασματοσκοπικούς Be αστέρες από την εν λόγω έρευνα, το ποσοστό των ‘ακανόνιστων’ μαζί με αυτό των αστερών με ‘χαμηλή’ μεταβλητότητα στο επερχόμενο χρονικό πεδίο παρακολούθησης τους, είναι  $57 \pm 5\%$ . Συνεπώς, αναφέρουμε ότι ένα ποσοστό ~60 % των προγενέστερου τύπου B αστερών που εμφανίζουν το Be φαινόμενο, παρουσιάζουν εμφανείς φωτομετρικές μεταβολές σε μία χρονική κλίμακα 8 ετών.

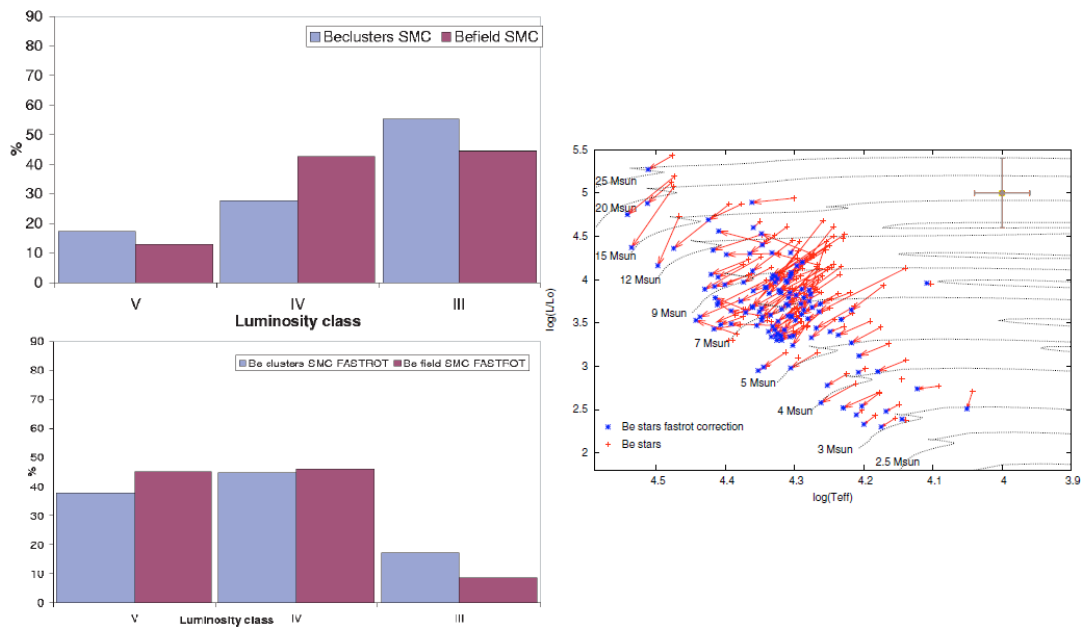
### 4.3. Κατανομή Μεταβλητών στις Τάξεις Λαμπρότητας

Η Εικόνα 25 παρουσιάζει την κατανομή των ‘ακανόνιστων’ και των αστέρων με ‘χαμηλή’ μεταβλητότητα (δηλαδή τους υποψήφιους Be αστέρες μας) σε σχέση με την τάξη λαμπρότητας τους. Το μεγάλο ποσοστό των λαμπρών γιγάντων μεταγενέστερου τύπου B, είναι αποτέλεσμα καθαρά του τρόπου επιλογής τους από τον κατάλογο δηλαδή εκ των πραγμάτων μέσα στο εύρος παρατήρησης του OGLE-III απορρίφθηκαν αστέρες της Κύριας Ακολουθίας μεταγενέστερου B τύπου, λόγω αμυδρότητας. Μάλιστα, αναφέρουμε ότι το ποσοστό όλων των αστέρων της Κύριας Ακολουθίας ανάμεσα στους μεταγενέστερου τύπου B αστέρες του καταλόγου, είναι μόλις  $6 \pm 1\%$ .



Εικόνα 25. Κατανομή των υποψήφιων φωτομετρικών Be αστέρων σε σχέση με την τάξη λαμπρότητας τους.

Ένα ισχυρό σφάλμα υπέρ των λαμπρών Be αστέρων όμως πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπ’ όψη. Η παρουσία περιαστρικού περιβλήματος ενός Be αστέρα προκαλεί την υπερφωτεινότητά του ενώ η πολύ γρήγορη περιστροφή του μεταβάλλει τις θεμελιώδεις παραμέτρους του, μετατοπίζοντας την ενεργό θερμοκρασία του ή υποτιμώντας την προβαλλόμενη περιστροφική του ταχύτητα ( $v \sin i$ ), εξαιτίας της βαρυτικής αμαύρωσης (gravitational darkening) που εμφανίζει το άστρο πεπλατυσμένο στους πόλους τη στιγμή που στο επίπεδο του ισημερινού το αέριο είναι λιγότερο πυκνό και ψυχρότερο. Οι Martayan et al. (2007) εφάρμοσαν διόρθωση γρήγορης περιστροφής για τις φασματοσκοπικές τους παρατηρήσεις γύρω από το σμήνος NGC 330, η οποία μείωσε δραματικά το ποσοστό των γιγάντων Be αστέρων από  $\sim 50\%$  σε  $\sim 10\%$ . Αντίστοιχα, ανέβασε τον αριθμό των Be της Κύριας Ακολουθίας από  $\sim 15\%$  σε  $\sim 40\%$ . Αξίζει να σημειωθεί δε, ότι η πλειοψηφία των Be αστέρων τους, εξακολουθούσε να αποτελείται από υπογίγαντες και γίγαντες (μαζί  $\sim 60\%$ ). Στην Εικόνα 26 παρουσιάζεται η εν λόγω διόρθωση.

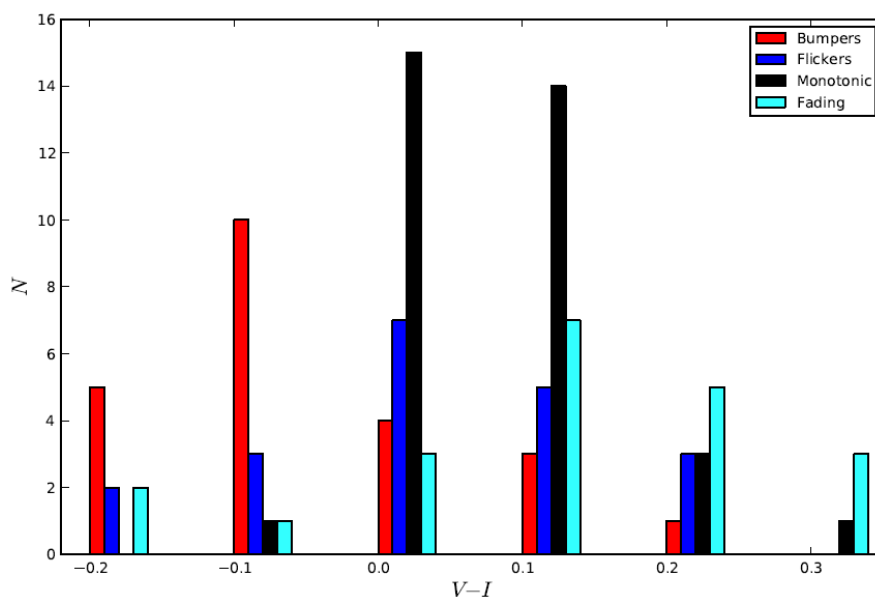


Εικόνα 26. Διόρθωση λόγω γρήγορης περιστροφής, της τάξης λαμπρότητας (αριστερά) και της θερμοκρασίας (δεξιά) των Be αστέρων του SMC, όπως παρουσιάστηκε από τους Martayan et al. 2007.

#### 4.4. Τύποι Ακανόνιστης Μεταβλητότητας

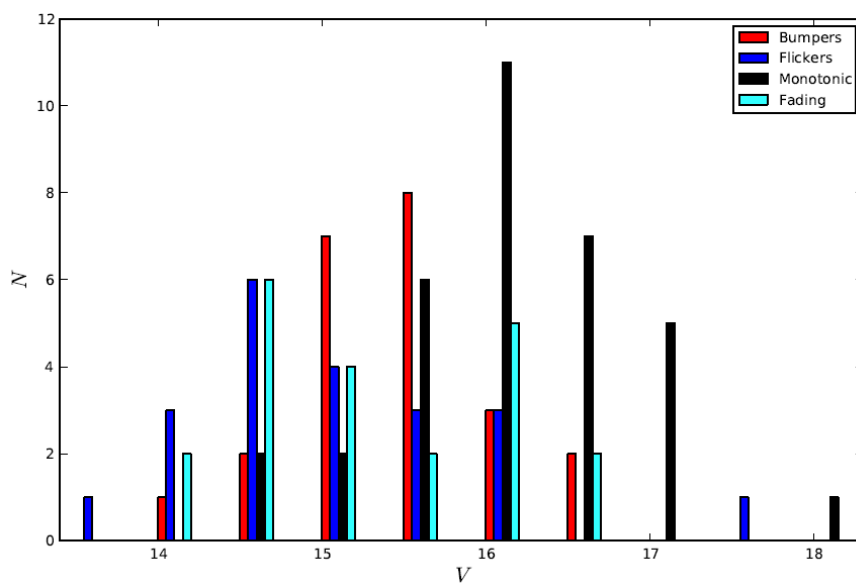
Το Be φαινόμενο είναι γνωστό ότι ενισχύεται σε περιβάλλοντα χαμηλής μεταλλικότητας όπως αυτό του Μικρού Νέφους του Μαγγελάνου, προκαλώντας την αύξηση του φωτομετρικού εύρους αλλά και της διάρκειας των εκλάμψεων σε σχέση με τις αντίστοιχες του Μεγάλου Νέφους του Μαγγελάνου (Sabogal et al. 2005). Αυτή είναι και η βάση του επαναπροσδιορισμού μας για τους 4 ευδιάκριτους τύπους ‘ακανόνιστης’ μεταβλητότητας που πρώτοι οι Keller et al. (2002) και οι Cook et al. (1995) εισήγαγαν για τους μεταβλητούς Be αστέρες του Μεγάλου Νέφους του Μαγγελάνου. Συμβάντα τύπου ‘bumper’ και ‘fading’ στους αστέρες τους με χρήση της φωτομετρίας του MACHO, διαρκούν έως 800 και 600 ημέρες, αντίστοιχα. Μεταβλητοί με την συγκεκριμένη συμπεριφορά στον πληθυσμό μας, βρέθηκαν να έχουν διάρκεια που σε ορισμένες περιπτώσεις ξεπερνούν τις 1000 ημέρες. Επιπροσθέτως, τα πλάτη στο V-φίλτρο ξεπερνούν (αν και όχι σημαντικά) αυτό των μεταβλητών του LMC, για τον ίδιο τύπο μεταβλητότητας.

Και οι 4 τύποι μεταβλητότητας παρουσιάζουν παρόμοια χρώματα όπως φαίνεται στο ιστόγραμμα της Εικόνας 27 για το V – I χρώμα, υποδεικνύοντας ενδεχομένως την κοινή τους προέλευση στον ίδιο Be μηχανισμό.



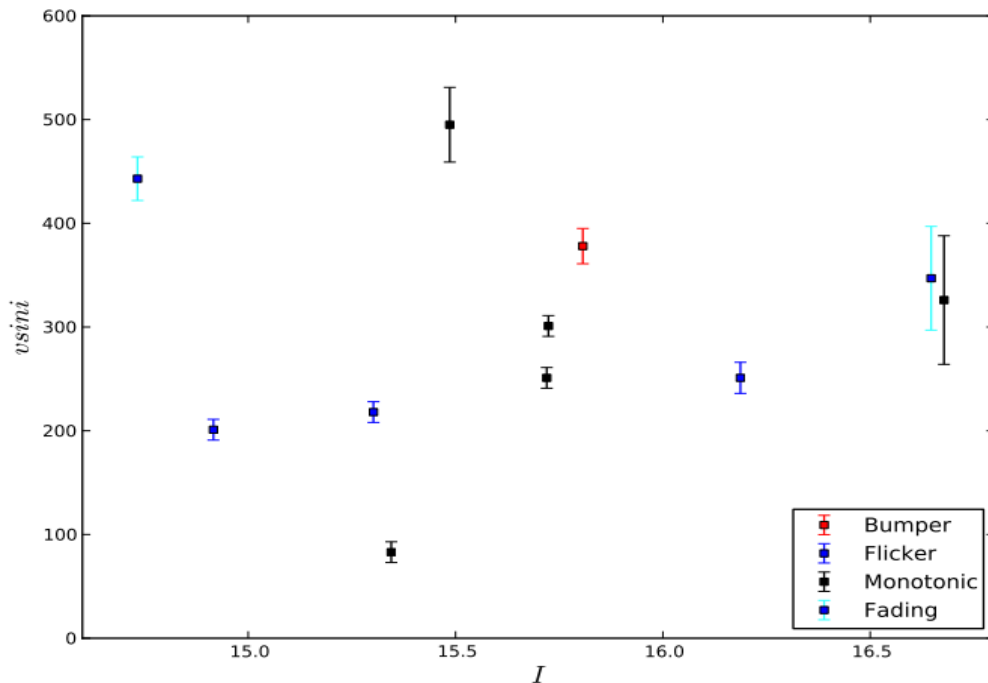
Εικόνα 27. Ιστόγραμμα χρώματος των αστέρων με μεμονωμένο τύπο μεταβλητότητας.

Το μέσο χρώμα των μεταβλητών που εμφανίζουν μεμονωμένα ‘bumper’ τύπο, είναι μετατοπισμένο προς το μπλε, διότι ένα σημαντικό μέρος της φωτομετρίας τους στο V-φίλτρο διεξήχθη σε διαστήματα όπου τα άστρα αυτά συμπεριφέρονταν σαν απλά B άστρα (πριν ή μετά τις εκλάμψεις) όπου και το χρώμα τους ήταν καθαρά το φωτοσφαιρικό. Αστέρες με μεμονωμένη ‘monotonic’ συμπεριφορά, εμφανίζονται να είναι αμυδρότεροι από αυτούς που παρουσιάζουν εκλάμψεις, όπως παρουσιάζεται στο ιστόγραμμα μεγέθους στο V-φίλτρο στην Εικόνα 28, ενώ οι μεταβλητοί τύπου ‘flicker’ εμφανίζονται λαμπρότεροι από όλους τους τύπους.



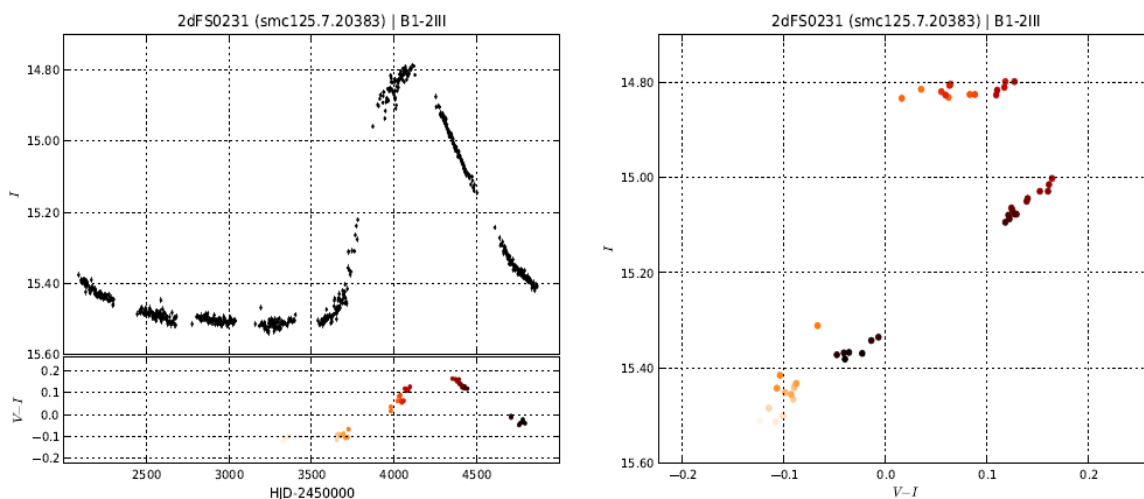
Εικόνα 28. Ιστόγραμμα μεγέθους στο V-φίλτρο των αστέρων με μεμονωμένο τύπο μεταβλητότητας.

Ένας από τους ‘bumper’ αστέρες μας ο SMC5\_078440, έχει μελετηθεί φασματοσκοπικά από τους Martayan et al. (2007). Οι θεμελιώδεις παράμετροι του, αποκαλύπτουν έναν γρήγορα περιστρεφόμενο αστέρα με  $vsini_{app} = 348 \pm 17 \text{ kms}^{-1}$  και  $\log g_{app} = 2.8 \text{ dex}$ . Μετά την διόρθωση για γρήγορη περιστροφή, οι νέες τιμές ταχύτητας είναι  $vsini_{true} = 378 \pm 17 \text{ kms}^{-1}$  και επιφανειακής βαρύτητας είναι  $\log g_{true} = 3.6 \text{ dex}$ . Από την άλλη, για τους 3 ‘flicker’ αστέρες μας SMC5\_074471, SMC5\_021152 και SMC5\_073581 που μελετήθηκαν φασματοσκοπικά από τους ίδιους, οι πραγματικές ταχύτητες τους βρέθηκαν να είναι  $vsini_{true} = 201 \pm 10, 218 \pm 10, 251 \pm 15 \text{ kms}^{-1}$  αντίστοιχα και οι επιφανειακές βαρύτητες  $\log g_{true} = 3.5, 3.3, 3.6 \text{ dex}$  αντίστοιχα, μεταβάλλοντας τις αντίστοιχες φαινόμενες τιμές από  $\log g_{app} = 3.2, 3.0, 3.4 \text{ dex}$ . Επιπλέον, οι 5 αστέρες με τύπο ‘monotonic’ SMC5\_075360, SMC5\_037137, SMC5\_003919 και SMC5\_064745 εμφανίζουν πραγματικές ταχύτητες  $vsini_{true} = 83 \pm 10, 251 \pm 10, 301 \pm 10, 326 \pm 62, 495 \pm 36 \text{ kms}^{-1}$  αντίστοιχα ενώ για τους δυο αστέρες τύπου ‘fading’ SMC5\_046388 and SMC5\_065055 οι τιμές είναι  $vsini_{true} = 347 \pm 50, 443 \pm 21 \text{ kms}^{-1}$ . Η Εικόνα 29 παρουσιάζει το διάγραμμα μεγέθους-ταχυτήτων των παραπάνω αστερών. Εκείνοι που παρουσιάζουν συμπεριφορά τύπου ‘flicker’ φέρονται να είναι ‘αργά’ περιστρεφόμενοι σε σχέση με τους άλλους 3 τύπους. Δεδομένης της ακρίβειας  $\pm 0.2 \text{ dex}$  για τις παραπάνω τιμές επιφανειακής βαρύτητας, η τάξη λαμπρότητας των ‘flicker’ τύπου αστερών φαίνεται να είναι μάλλον ενδογενής, παρά το εσφαλμένο αποτέλεσμα λόγω γρήγορης περιστροφής. Υποπευόμαστε λοιπόν, ότι η συγκεκριμένη συμπεριφορά εμφανίζεται κυρίως σε εξελιγμένους αστέρες παρόλο που στερούμαστε ενός μεγάλου δείγματος για να το επαληθεύσουμε.



Εικόνα 29. Διάγραμμα μεγέθους-προβαλλόμενων ταχυτήτων για τα άστρα μεμονωμένης μεταβλητότητας, των οποίων οι θεμελιώδεις παράμετροι διεξήχθησαν από τους Martayan et al. (2007)

Ένα μοντέλο για τις εκλάμψεις που αφορά την δημιουργία και διάλυση ενός περιστροφικού δίσκου ακολουθούμενη από μεταβολές του οπτικού βάθους, έχει προταθεί από τους de Wit et al. (2006). Επιπλέον, σημείωσαν ότι η εκροή ύλης δημιουργεί δεξιόστροφους βρόγχους (και αντίστοιχα αριστερόστροφους στην σπανιότερη περίπτωση εισροής ύλης από τον δίσκο στον αστέρα) στο διάγραμμα χρώματος-μεγέθους. Αυτή η δίτιμη σχέση μεταξύ χρώματος και μεγέθους δημιουργείται από την μετάβαση του δίσκου από οπτικά πυκνό σε οπτικά αραιό που έχει ως αποτέλεσμα το μέγιστο που παρατηρείται στο χρώμα να μην συμπίπτει αλλά να ακολουθεί του μεγίστου του μεγέθους. Αναφέρουμε μία ισχυρή ένδειξη δεξιόστροφων βρόγχων στους ‘bumper’ τύπους μεταβλητών μας, μέσου χρωματικού πλάτους  $\Delta(V - I) \sim 0.3$  mag, παράδειγμα των οποίων, παρουσιάζουμε στην Εικόνα 30. Από την άλλη, μία μονότιμη σχέση μεταξύ χρώματος-μεγέθους δείχνει ότι το υλικό που εκτινάσσεται παραμένει οπτικά αραιό, κάτι που είναι πολύ έντονο στους ‘monotonic’ τύπους μας. Αστέρες με εκλάμψεις τύπου ‘flicker’ έχουν μικρή διάρκεια και επειδή η φωτομετρία μας στο V-φίλτρο είναι αραιή, δεν μπορούμε να έχουμε μία καλή εικόνα του μηχανισμού τους. Παρ’ όλα αυτά, εντοπίσαμε δεξιόστροφους κυκλικούς βρόγχους στους αστέρες AzV436/2dFS2413 και SMC5\_074471 φασματικού τύπου B0Ie και B2Ie, αντίστοιχα.

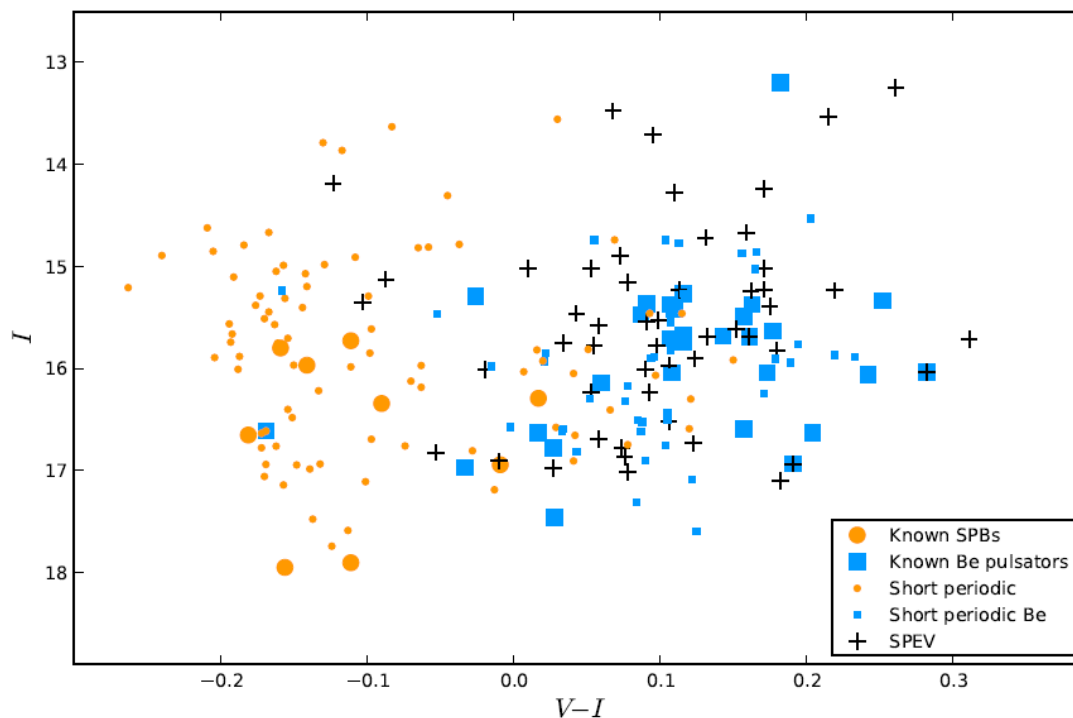


Εικόνα 30. Χαρακτηριστικό παράδειγμα δεξιόστροφου βρόχου αστέρα τύπου ‘bumper’ που προκαλείται από την εκροή ύλης, την δημιουργία δίσκου, την μετάβαση του σε οπτικά αραιό και την μετέπειτα διάλυση του (de Wit et al. 2006) .

## 4.5. Μεταβλητοί Βραχείας Περιοδικότητας

Ο λόγος που επιλέξαμε το όριο των 3 ημερών για τους μη-εκλειπτικούς περιοδικούς αστέρες μας, είναι για να διαφοροποιήσουμε την τάξη των ‘Βραδέως Παλλόμενων Β’ (SPBs) μεταβλητών αλλά και των μη-ακτινικά παλλόμενων Be αστέρων (βλέπετε εισαγωγή) . Στο διάγραμμα της Εικόνας 31 παρουσιάζουμε με μεγάλες κουκκίδες τους SPBs του Μικρού Νέφους του Μαγγελάνου και με μεγάλα τετράγωνα τους παλλόμενους Be αστέρες, που έχουν δημοσιευθεί από τους Diago et

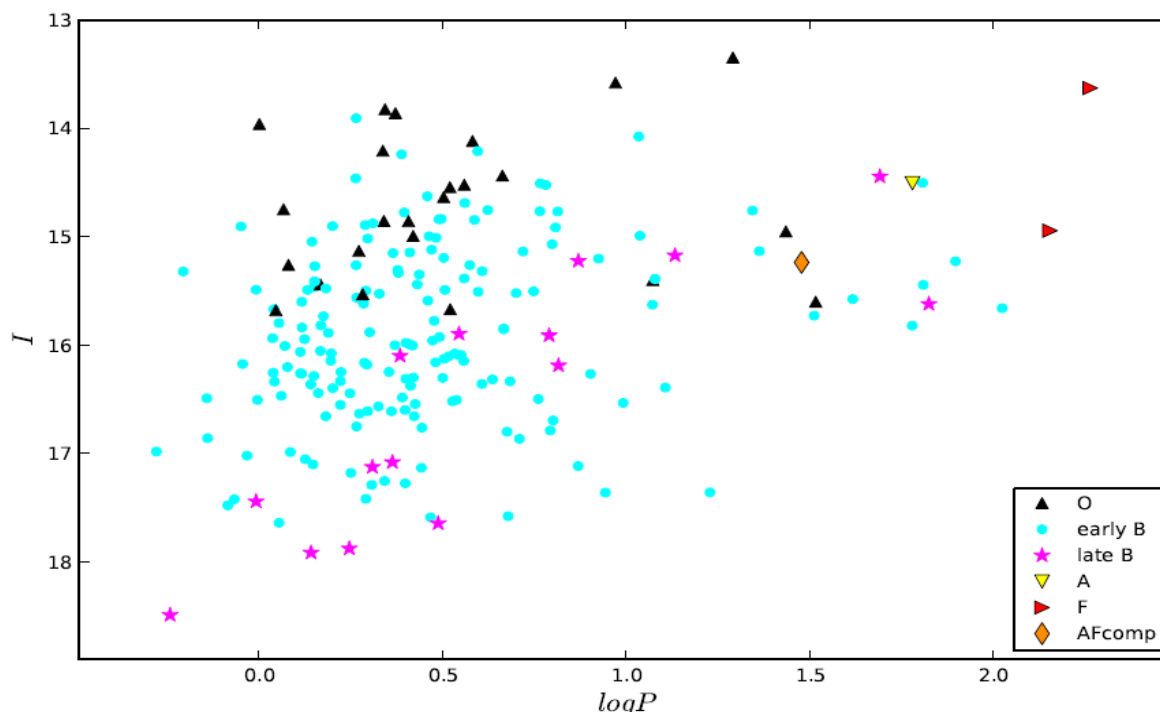
al. (2008) και που περιέχονται και στον κατάλογο με τα 4650 αστέρια μας. Παράλληλα, παρουσιάζουμε το σύνολο των ‘βραχείας’ περιοδικότητας αστερών που διεξαγάγαμε που είναι είτε φασματοσκοπικοί Be αστέρες (μπλε μικρά τετράγωνα) και οι οποίοι παρουσιάζουν θετικό χρώμα, είτε μη ( -ή αδιευκρίνιστοι- πορτοκαλί μικρές κουκκίδες) και οι οποίοι συμπίπτουν στην ίδια ζώνη ως επί τον πλείστον, με τους γνωστούς SPBs. Ιδιαίτερα ενδιαφέρον δε, έχουν οι αστέρες ‘βραχείας περιοδικότητας με επιπλέον μεταβλητότητα’ (SPEV) που παρουσιάζουμε με σταυρούς και οι οποίοι ανεξάρτητα από το αν είναι φασματοσκοπικοί Be αστέρες ή όχι, βρίσκονται στην περιοχή των μη-ακτινικά παλλόμενων Be. Επιπλέον 4 Be από τους ‘SPEV’ αστέρες μας, για τους οποίους έχουν διεξαχθεί διορθωμένες  $vsini_{true}$  τιμές από τους Martayan et al. (2007), παρουσιάζουν μέση προβαλλόμενη ταχύτητα  $vsini_{true} = 490 \pm 30 \text{ kms}^{-1}$  ενώ για τους 15 απλά βραχέως περιοδικούς Be αστέρες, η αντίστοιχη τιμή είναι  $vsini_{true} = 350 \pm 10 \text{ kms}^{-1}$ . Συνεπώς, προτείνουμε ότι οι εμφανείς διακυμάνσεις πλάτους και μεγέθους που εμφανίζονται σε ‘βραδέως’ περιοδικούς αστέρες ενδεχομένως όχι μόνο σχετίζονται με το Be φαινόμενο αλλά ενισχύονται και από την γρήγορη περιστροφή, συνδυασμός που είχε προταθεί από τους Rivinius et al. (1998). Βέβαια είναι λογικό ότι πρόκειται για μία ικανή αλλά όχι και αναγκαία συνθήκη. Τονίζουμε σαφώς και πάλι την ανάγκη ενός μεγαλύτερου δείγματος ‘βραχέως’ περιοδικών’ αστερών με γνωστές περιστροφικές ταχύτητες.



**Εικόνα 31. Διάγραμμα χρώματος-μεγέθους στο  $I$ -φίλτρο των μεταβλητών αστερών βραχείας περιοδικότητας. Μεταξύ αυτών, παρουσιάζονται γνωστά Βραδέως Παλλόμενα Β άστρα και παλλόμενα Be άστρα ενώ παρουσιάζουμε και τα περιοδικά ‘βραδείας περιοδικότητας με επιπρόσθετη μεταβλητότητα’ (SPEV).**

## 4.6. Εκλειπτικά Συστήματα

Η συντριπτική πλειοψηφία των εκλειπτικών μας συστημάτων βρίσκεται πλησίον της Κύριας Ακολουθίας όπως φαίνεται και από την Εικόνα 23. Η σχέση περιόδου-μεγέθους αυτών, παρουσιάζεται στο διάγραμμα της Εικόνας 32. Η πλειοψηφία των συστημάτων φασματικού τύπου O είναι μικρής περιοδικότητας ενώ τα συστήματα τύπου B έχουν ένα άνω όριο αυτό των 100 ημερών. Από την άλλη, τα μοναδικά 4 AF τύπου εκλειπτικά συστήματα έχουν μεγάλες περιόδους, 2 από τα οποία είναι τάξης ‘supergiants’ με μεγάλες τροχιές. Συστήματα μικρής περιόδου με μικρές τροχιές και μέλη μεγάλους αστέρες όπως στην περίπτωση των συστημάτων τύπου O, είναι πιο εύκολο να εντοπιστούν ως εκλειπτικά. Συνεπώς, επικρατούν στο συνολικό δείγμα των εκλειπτικών μας.



Εικόνα 32. Διάγραμμα περιόδου –μεγέθους στο  $I$ -φίλτρο, του συνόλου των 211 εκλειπτικών συστημάτων της εργασίας μας, σε σχέση με τον φασματικό τους τύπο.

Για να αποφύγουμε τυχόν σφάλματα επιλογής του καταλόγου υπέρ των εκλειπτικών αφαιρέσαμε τα επιλεγμένα εκλειπτικά που διεξήχθησαν από τους Hilditch et al. (2005) and Harries et al. (2003) αλλά και επιπρόσθετα επιλεγμένα Be/XRB και περιοδικά μεταβλητούς, κρατώντας ένα όσο δυνατόν πιο αμερόληπτο και τυχαίο δείγμα. Μετά από αυτή την επιλογή, τα ποσοστά των εκλειπτικών συστημάτων ανάμεσα στους αστέρες τύπου O είναι  $5.2 \pm 1.5\%$ , ανάμεσα στους προγενέστερους B τύπου αστέρες  $4.9 \pm 0.4\%$ , ανάμεσα στους μεταγενέστερους B τύπου αστέρες  $3 \pm 0.8\%$  ενώ ανάμεσα στους AFG τύπου, μόλις  $0.4 \pm 0.2\%$  κάτι που ήταν αναμενόμενο, δεδομένου ότι λαμπρά, εξελιγμένα διπλά άστρα είναι συστήματα κυρίως με μεγάλες περιόδους (Wyrzykowski et al. 2004; Udalski et al.



1998.) και συνεπώς, δύσκολα ανιχνεύσιμα. Ενδεχομένως συστήματα που ξεκινούν τη ζωή τους ως κοντινά, καθώς εξελίσσονται είτε συγχωνεύονται είτε απομακρύνονται σε μεγάλες τροχιές καθιστώντας την μετέπειτα παρατήρηση τους ως εκλειπτικά, λιγότερο πιθανή. Τέλος, τονίζουμε ότι με την χρήση ενός τέτοιου ‘αμερόληπτου’ δείγματος τα ποσοστά των λοιπών μεταβλητών (‘ακανόνιστοι’ κλπ) έχουν μόλις μεταβληθεί κατά  $\pm 0.8\%$  για τους αστέρες τύπου O και μόλις  $\pm 0.3\%$  για τους μεταγενέστερους.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήσαμε την φωτομετρία που μας παρείχε το δετές πρόγραμμα παρακολούθησης OGLE-III, με σκοπό να μελετήσουμε την μεταβλητότητα 4650 αστερών μεγάλης μάζας με γνωστούς φασματικούς τύπους. Αυτή η μελέτη μεταβλητότητας αστερών μεγάλης μάζας σαν συνάρτηση του τύπου τους, είναι η μεγαλύτερη κατά ένα παράγοντα 7. Συνοπτικά, τα κυριότερα σημεία της έρευνας μας είναι τα παρακάτω:

- Συνολικά 2753 αστέρες που αντιστοιχούν στο 59% του συνόλου των μελετημένων αστερών μας, φέρεται να παρουσιάζει καμπύλες χωρίς μεταβλητότητα, πάντα δεδομένης της φωτομετρικής ακρίβειας του OGLE-III.
- Ανιχνεύσαμε ‘χαμηλή’ μεταβλητότητα μέσου πλάτους κάτω των 0.05 mag σε 802 αστέρες.
- Συνολικά 471 άστρα παρουσιάζουν διακυμάνσεις στοχαστικές, ‘ακανόνιστες’ άνω των 0.05 mag. Από αυτά μόλις 13 διασταυρώθηκαν με γνωστούς μεταβλητούς από τον Γενικό Κατάλογο Μεταβλητών Αστερών ενώ συγκρίνοντας με 2 μεγάλες αντίστοιχες φωτομετρικές μελέτες μεταβλητών μεγάλης μάζας στο Μικρό Νέφος του Μαγγελάνου, το ~80% των μεταβλητών μας αποτελούν νέες ανακαλύψεις.
- Ανακαλύψαμε 108 μη γνωστά εκλειπτικά συστήματα που ελπίζουμε να παρακινήσουν επερχόμενες μελέτες κυρίως σχετικά με τον προσδιορισμό ενός ανωτάτου ορίου μάζας. Παράλληλα, παρουσιάζεται η OGLE-III φωτομετρία γνωστών εκλειπτικών συστημάτων.

- Ανιχνεύσαμε ημιτονοειδή περιοδικότητα κάτω των 3 ημερών σε 190 άστρα, που μπορούν να βοηθήσουν την μελέτη της ακτινικής και μη-ακτινικής ανάπαλσης αστέρων τύπου B σε περιβάλλον χαμηλής μεταλλικότητας. Επιπλέον παρουσιάσαμε ενδείξεις ότι ο συνδυασμός πολύ γρήγορης περιστροφής και βραχυπρόθεσμης ανάπαλσης είναι ικανός να αποδώσει επιπρόσθετη φωτομετρική μεταβλητότητα που προκαλείται πιθανόν λόγω της εκτίναξης μάζας.
- Ανιχνεύσαμε περιοδικότητα άνω των 3 ημερών σε 56 αστέρες ενώ 43 περιοδικοί αστέρες είναι υποψήφιοι ως ελλειψοειδείς μεταβλητοί.
- Παρουσιάσαμε ενδείξεις ότι χαμηλού εύρους, απότομες και σύντομες εκλάμψεις διάρκειας της τάξεως των δεκάδων ημερών, ενδεχομένως να παρουσιάζονται σε εξελιγμένους κυρίως, Be αστέρες.
- Τέλος, αναφέρουμε ότι  $50 \pm 4\%$  των ‘ακανόνιστων’ προγενέστερου τύπου B μεταβλητών μας έχουν ήδη επαληθευτεί φασματοσκοπικά σαν Be αστέρες και συνεπώς αναφέρουμε  $\sim 203$  άστρα σαν νέα υποψήφια Be άστρα. Το μέρος των αστέρων με ‘χαμηλή’ μεταβλητότητα προγενέστερου τύπου B για τους οποίους έχει εξακριβωθεί φασματοσκοπικά ότι εμφανίζουν το Be φαινόμενο, είναι μόλις  $15 \pm 2\%$ . Συνεπώς, η μακρόχρονη φωτομετρική παρακολούθηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα ισχυρό εργαλείο εντοπισμού νέων Be αστέρων οι οποίοι δεν αποτέλεσαν αντικείμενο Ηα φασματοσκοπίας στο παρελθόν ή εξερευνήθηκαν κατά την φάση όπου δεν εμφάνιζαν πλέον χαρακτηριστικά Be αστέρα, λόγω της διάλυσης του περιαστρικού τους δίσκου. Έχουμε κατά νου όμως ότι ένα μέρος αυτών, ίσως και να μην οφείλεται στο Be φαινόμενο.

## ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ

Μέσα από την παρούσα ερευνητική εργασία κάναμε μία προσέγγιση για ένα μεγάλο αριθμό μεταβλητών αστέρων του Μικρού Νέφους του Μαγγελάνου, έχοντας ως εργαλείο την μακρόχρονη φωτομετρία τους. Συνδυάζοντας την φασματοσκοπία που διεξήχθη ή που μελλοντικά μπορεί να επεκταθεί σε αυτά, είναι δυνατή μία βαθύτερη κατανόηση σε θέματα όπως είναι η σχέση μεταξύ περιστροφικής ταχύτητας, στοχαστικής μεταβλητότητας ή ανάπαλσης. Μερικά από τα ζητήματα που

παραμένουν ανοικτά στην έρευνά μας για τα οποία ελπίζουμε να παροτρύνουμε μελλοντική ερευνητική δραστηριότητα, είναι τα παρακάτω:

- Όμοια συστηματική έρευνα μπορεί να διεξαχθεί για το Μεγάλο Νέφος του Μαγγελάνου με βάση τον κατάλογο των 1750 αστερών μεγάλης μάζας με γνωστό φασματικό τύπο από τους Bonanos et al. (2009), με σκοπό την μελέτη και σύγκριση του Be φαινομένου ανάμεσα σε περιβάλλοντα διαφορετικής μεταλλικότητας.
- Ενδιαφέροντα εκλειπτικά συστήματα με μέλη αστέρες μεγάλης μάζας μπορούν να μελετηθούν φασματοσκοπικά, με σκοπό την μέτρηση των βασικών παραμέτρων τους.
- Μπορεί να επεκταθεί χρονικά η μελέτη μεταβλητότητας για τους αστέρες που αποτέλεσαν αντικείμενο παρακολούθησης από το OGLE-II.
- Για τους Be αστέρες των οποίων η φασματοσκοπία διεξήχθη το 1999 από τους Evans et al. (2004), μπορεί να μελετηθεί τυχόν σχέση μεταξύ του προφίλ της εκπομπής Balmer και της μεταβλητότητας στο (επερχόμενο) χρονικό πεδίο ορισμού του OGLE-III.
- Για τους Be αστέρες των οποίων η φασματοσκοπία διεξήχθη εντός του διαστήματος παρακολούθησης του OGLE-III, μπορεί να επιβεβαιωθεί ότι η χρονική περίοδος της λήψης του φασμάτος συνέπεσε με περίοδο, όπου ο αστέρας παρουσίαζε φωτομετρική μεταβλητότητα, ενώ μπορεί να διερευνηθεί και η αντίθετη περίπτωση.
- Για τους αστέρες που παρέχονται τιμές προβαλλόμενης περιστροφικής ταχύτητας (από τους Martayan et al. 2007), μπορεί να μελετηθεί η σχέση μεταξύ αυτής και της φωτομετρικής μεταβλητότητας.
- Για τους βραχείας περιόδου αστέρες που δεν παρέχονται τιμές *vsini* (αστέρες κυρίως από τον κατάλογο των Evans et al. 2004), μπορεί να διεξαχθεί ανάλογη φασματοσκοπία με σκοπό την ενίσχυση -στατιστικά πλέον- του συμπεράσματος που θέλει τους βραχέως περιόδους επιπρόσθετης μεταβλητότητας (όπως ονομάσαμε 'SPEV') να είναι ταχύτατα περιστρεφόμενοι αστέρες, σε σχέση με τους υπόλοιπους.
- Για τους 'SPEV' αστέρες δύναται να πραγματοποιηθεί ανάλυση της περιодικότητάς τους.
- Για τους αστέρες που παρουσιάζουν μεμονωμένα τους 4 τύπους μεταβλητότητας όπως ορίσαμε στην εργασία μας, μπορούν επίσης να διεξαχθούν μελλοντικά οι τιμές *vsini*, με σκοπό να ενισχυθεί το συμπέρασμα ότι οι μεταβλητοί που παρουσιάζουν σύντομες εκλάμψεις τύπου flicker είναι αργά περιστρεφόμενοι αστέρες και συνεπώς, η αυξημένη φωτεινότητά τους είναι ενδεχομένως αποτέλεσμα ενδογενούς λαμπρότητας και όχι μια εσφαλμένη -λόγω γρήγορης περιστροφής- εκτίμηση.

# Βιβλιογραφία

## BIBΛΙΑ

- C. Sterken and C. Jaschek, "Light Curves of Variable Stars: A Pictorial Atlas"  
E. Αντωνοπούλου, Μ. Κοντιζά, Α. Μαστιχιάδης, "Σημειώσεις Αστροφυσικής ΙΙ"  
P. Conti, P. Crowther, C. Leitherer, "From Luminous Hot Stars to Starburst Galaxies"
- 

## ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

- Adams, J. J., Simon, J. D., Bolatto, A. D., et al. 2013, ApJ, in press (arXiv:1305.4954)  
Alcock, C., Akerlof, C. W., Allsman, R. A., et al. 1993, Nature, 365, 621  
Andersen, J. 1991, A&A Rev., 3, 91  
Aubourg, E., Bareyre, P., Brehin, S., et al. 1995, A&A, 301, 1  
Bayne, G., Tobin, W., Pritchard, J. D., et al. 2002, MNRAS, 331, 609  
Bjorkman, J. E. & Cassinelli, J. P. 1993, ApJ, 409, 429  
Bonanos A. Z., Massa D. L., Sewilo M., et al. 2009, AJ, 138, 1003  
Bonanos, A. Z. 2009, ApJ, 691, 407  
Bonanos, A. Z., Castro, N., Macri, L. M., & Kudritzki, R.-P. 2011, ApJ, 729, L9  
Bonanos, A. Z., Lennon, D. J., Kohlinger, F., et al. 2010, AJ, 140, 416  
Bonanos, A. Z., Stanek, K. Z., Kudritzki, R. P., et al. 2006, ApJ, 652, 313  
Bonanos, A. Z., Stanek, K. Z., Udalski, A., et al. 2004, ApJ, 611, L33  
Cassinelli, J. P., Brown, J. C., Maheswaran, M., et al. 2002, ApJ, 578, 951  
Collins, II, G. W. 1987, IAU Colloq. 92, 3–19  
Cook, K. H., Alcock, C., Allsman, H. A., et al. 1995, ASP, Vol. 83, IAU Colloq. 155  
de Wit, W. J., Beaulieu, J.-P., Lamers, H. J. G. L. M., et al. 2003, A&A, 410, 199  
de Wit, W. J., Lamers, H. J. G. L. M., Marquette, J. B., et al. 2006, A&A, 456, 1027  
Diago, P. D., Gutierrez-Soto, J., Fabregat, J., & Martayan, C. 2008, A&A, 480, 179  
Drout, M. R., Massey, P., Meynet, G., et al. 2009, ApJ, 703, 441  
Ekström, S., Georgy, C., Eggenberger, P., et al. 2012, A&A, 437, A146  
Evans, C. J., Howarth, I. D., Irwin, M. J., et al. 2004, MNRAS, 353, 601  
Evans, C. J., Lennon, D. J., Smartt, S. J., & Trundle, C. 2006, A&A, 456, 623  
Faccioli, L., Alcock, C., Cook, K., et al. 2007, AJ, 134, 1963  
Graczyk, D. & Eyer, L. 2010, Acta Astron., 60, 109  
Groenewegen, M. A. T. 2005, A&A, 439, 559  
Groh, J. H., Meynet, G., & Ekström, S. 2013, A&A, 550, 7  
Harries, T. J., Hilditch, R. W., & Howarth, I. D. 2003, MNRAS, 339, 157  
Hilditch, R. W., Howarth, I. D., & Harries, T. J. 2005, MNRAS, 357, 304  
Hubert, A. M. & Floquet, M. 1998, A&A, 335, 565  
Ita, Y., Tanabe, T., Matsunaga, N., et al. 2004, MNRAS, 353, 705  
Jaschek, M., Slettebak, A., & Jaschek, C. 1981, Be star terminology.  
Keller, S. C., Bessell, M. S., Cook, K. H., et al. 2002, AJ, 124, 2039  
Keller, S. C., Wood, P. R., & Bessell, M. S. 1999, A&AS, 134, 489  
Leitherer, C. 1988, ApJ, 326, 356  
Martayan, C., Baade, D., & Fabregat, J. 2010, A&A, 509, A11

Martayan, C., Floquet, M., Hubert, A. M., et al. 2007, *A&A*, 472, 577  
Massey, P. 2003, *ARA&A*, 41, 15  
Maund, J. R., Fraser, M., Ergon, M. et al. 2011, *ApJ*, 739, L37  
McSwain, M. V. & Gies, D. R. 2005, *ApJS*, 161, 118  
Mennickent, R. E., Cidale, L., Pietrzynski, G., et al. 2006, *A&A*, 457, 949  
Mennickent, R. E., Pietrzynski, G., Gieren, W., et al. 2002, *A&A*, 393, 887  
Mennickent, R. E., Smith, M. A., Kolaczowski, Z., et al. 2010, *PASP*, 122, 662  
Miglio, A., Montalban, J., & Dupret, M.-A. 2007, *MNRAS*, 375, L21  
Niemela, V. S., Massey, P., Testor, G., et al. 2002, *MNRAS*, 333, 347  
Pojmanski, G. 2002, *Acta Astron.*, 52, 397  
Porter, J. M. & Rivinius, T. 2003, *PASP*, 115, 1153  
Raguzova, N. V. & Popov, S. B. 2005, *Astron. & Astroph. Transactions*, 24, 151  
Rauw, G., De Becker, M., Naze, Y., et al. 2004, *A&A*, 420, L9  
Rivinius, T., Baade, D., Stefl, S., et al. 1998, *A&A*, 333, 125  
Rivinius, T., Baade, D., Stefl, S., et al. 2001, *A&A*, 369, 1058  
Sabogal, B. E., Mennickent, R. E., Pietrzynski, G., et al. 2005, *MNRAS*, 361, 1055  
Sabogal, B. E., Mennickent, R. E., Pietrzynski, G., et al. 2008, *A&A*, 478, 659  
Samus, N. N., Durlevich, O. V., et al. 2009, *VizieR Online Data Catalog*, 1, 2025  
Sana, H., de Mink, S. E., de Koter, A., et al.: 2012, *Science* 337, 444  
Schwarzenberg-Czerny, A. 1989, *MNRAS*, 241, 153  
Sheets, H. A., Bolatto, A. D., van Loon, J. T., et al. 2013, *arXiv:1305.4953*  
Smartt, S. J. 2009, *ARA&A*, 47, 63  
Soszynski, I., Poleski, R., Udalski, A., et al. 2010, *Acta Astron.*, 60, 17  
Soszynski, I., Udalski, A., Kubiak, M., et al. 2004, *Acta Astron.*, 54, 347  
Szczygiel, D. M., Stanek, K. Z., Bonanos, A. Z., et al. 2010, *AJ*, 140, 14  
Torres, G., Andersen, J., & Gimenez, A. 2010, *A&A Rev.*, 18, 67  
Udalski, A. 2003, *Acta Astron.*, 53, 291  
Udalski, A., Kubiak, M., & Szymanski, M. 1997, *Acta Astron.*, 47, 319  
Udalski, A., Soszynski, I., Szymanski, M., et al. 1998, *Acta Astron.*, 48, 563  
Vink, J. S., de Koter, A., & Lamers, H. J. G. L. M. 2000, *A&A*, 362, 295  
Vink, J. S., de Koter, A., & Lamers, H. J. G. L. M. 2001, *A&A*, 369, 574  
Wisniewski, J. P. & Bjorkman, K. S. 2006, *ApJ*, 652, 458  
Wisniewski, J. P., Bjorkman, K. S., Bjorkman, J. E., et al. 2007, *ApJ*, 670, 1331  
Wyrzykowski, L., Udalski, A., Kubiak, M., et al. 2004, *Acta Astron.*, 54, 1  
Zaritsky, D., Harris, J., Thompson, I. B., et al. 2002, *AJ*, 123, 855

# Παράρτημα

## **I. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ**

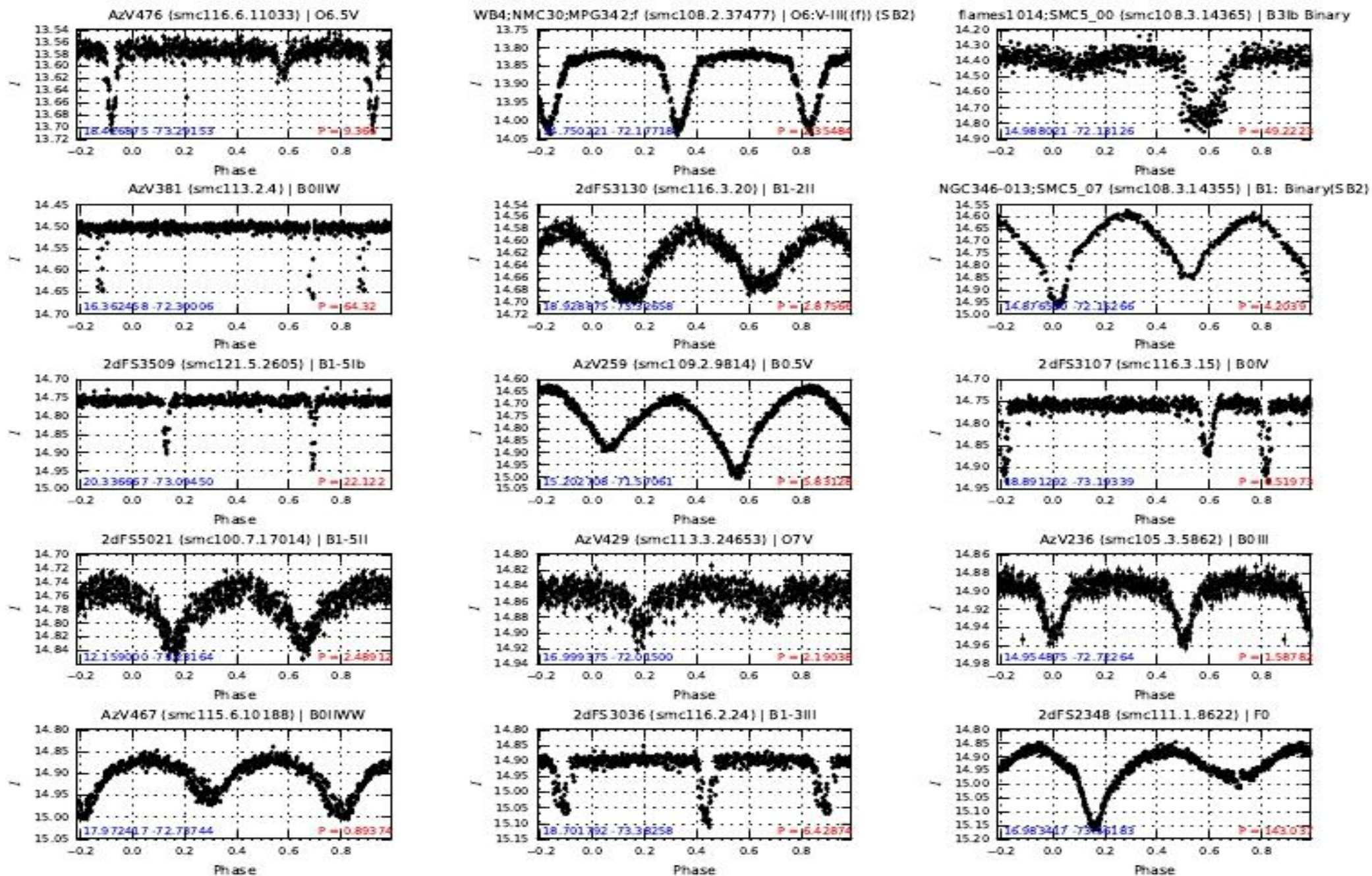
ΝΕΑ ΕΚΛΕΙΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	55 - 62
ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΙ ΒΡΑΧΕΙΑΣ ΠΕΡΙΟΔ/ΤΑΣ	63 - 75

## **II. ΠΙΝΑΚΕΣ**

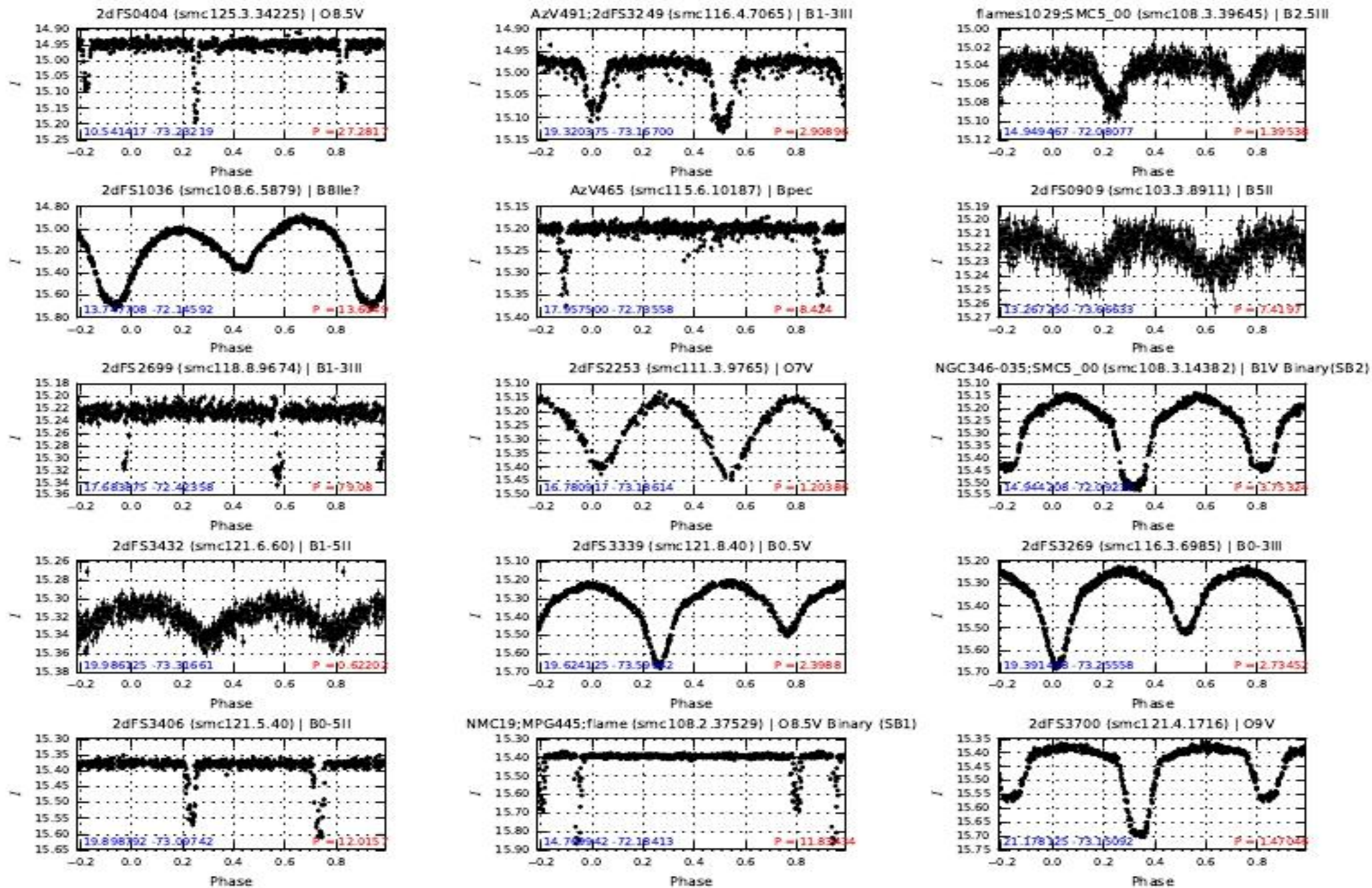
ΝΕΑ ΕΚΛΕΙΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	76 - 78
ΓΝΩΣΤΑ ΕΚΛΕΙΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	79 - 81
ΕΛΛΕΙΨΟΕΙΔΕΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΙ	82
ΚΛΑΣΣΙΚΟΙ ΚΗΦΕΙΔΕΣ	83 - 84
ΜΤΒΛ ΒΡΑΧΕΙΑΣ ΠΕΡΙΟΔ/ΤΑΣ	85 - 87
ΜΤΒΛ ΒΡΑΧΕΙΑΣ ΜΕ ΕΠΙΠΡ/ΤΗ ΜΕΤΑΒ/ΤΑ	88 - 89
ΜΤΒΛ ΜΑΚΡΑΣ ΠΕΡΙΟΔ/ΤΑΣ	90
ΜΤΒΛ ΜΑΚΡΑΣ ΜΕ ΕΠΙΠΡ/ΤΗ ΜΕΤΑΒΛ/ΤΑ	91
ΑΚΑΝΟΝΙΣΤΑ / ΑΝΩΜΑΛΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΑ	92 - 101

## **III. PYTHON SCRIPT ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΤΗΤΑΣ**

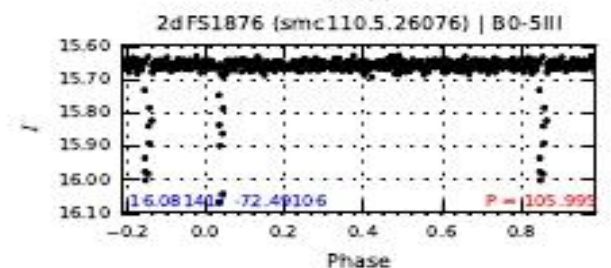
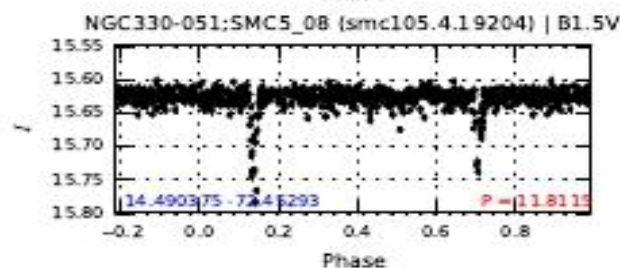
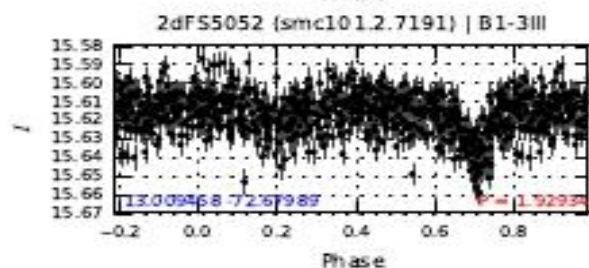
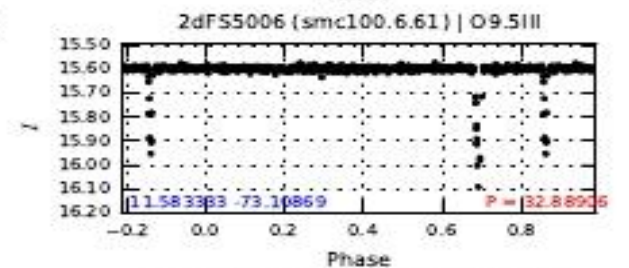
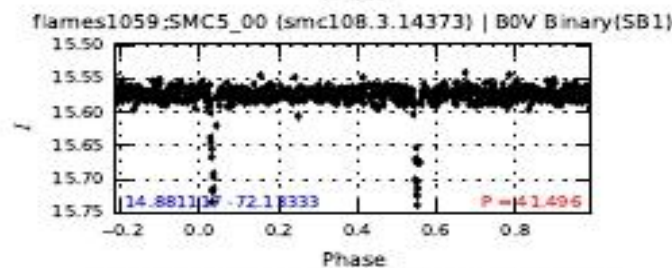
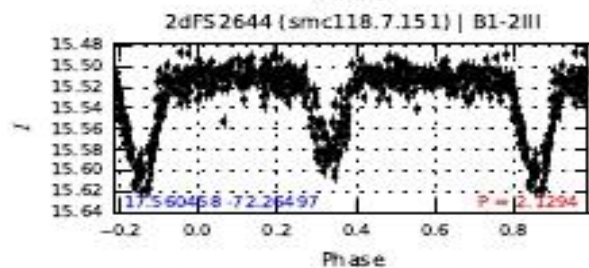
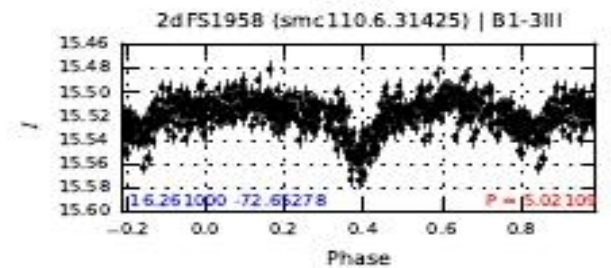
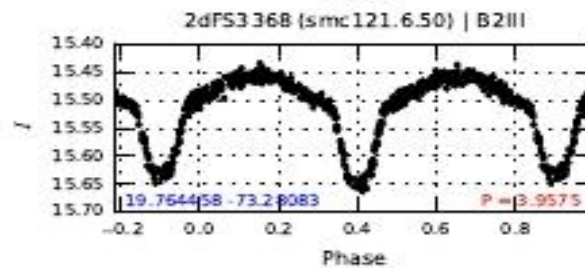
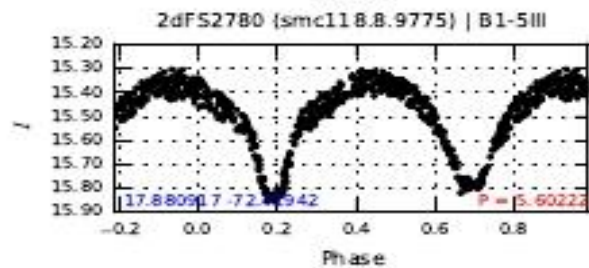
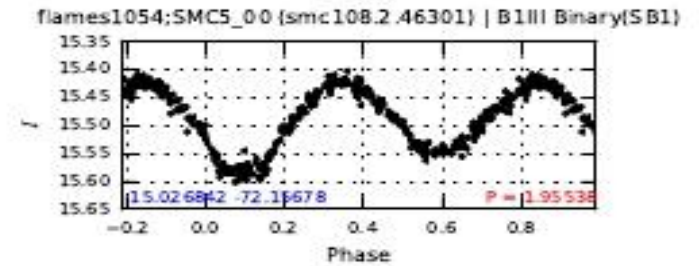
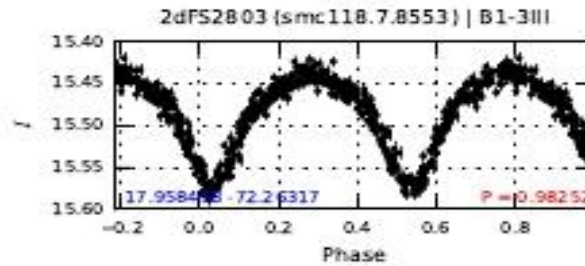
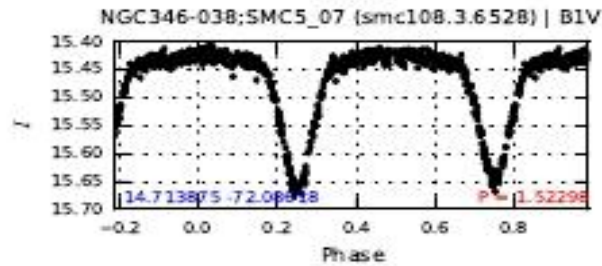
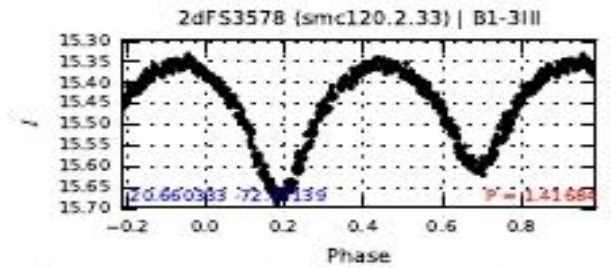
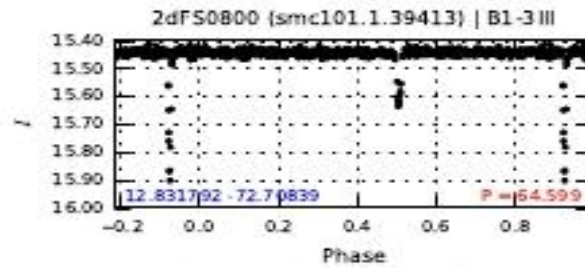
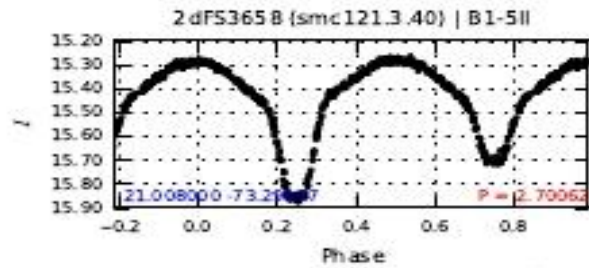
102



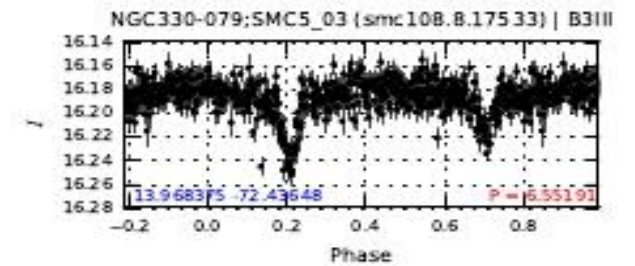
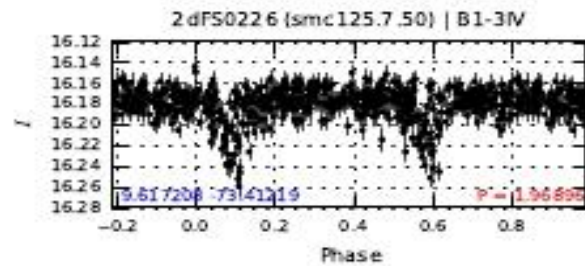
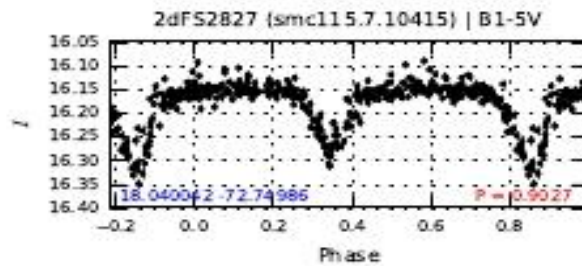
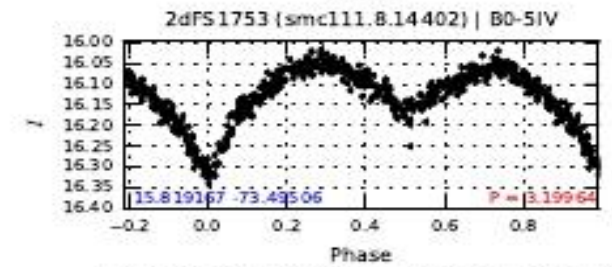
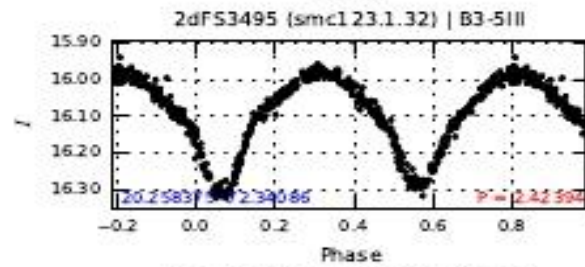
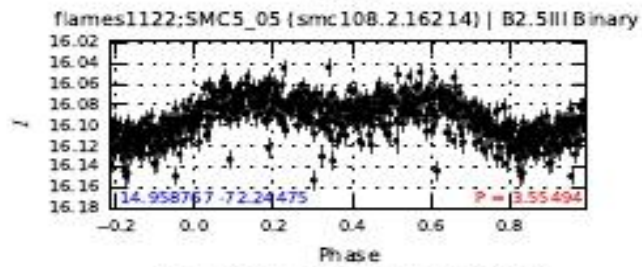
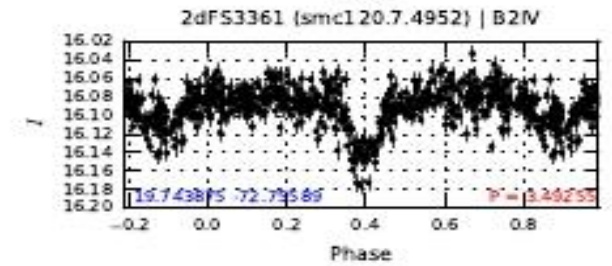
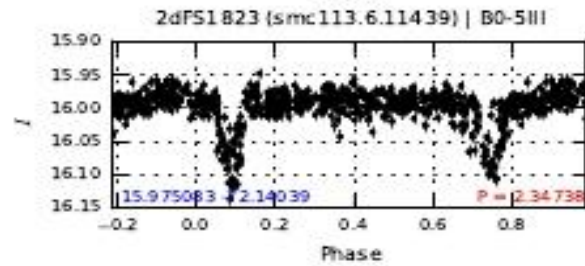
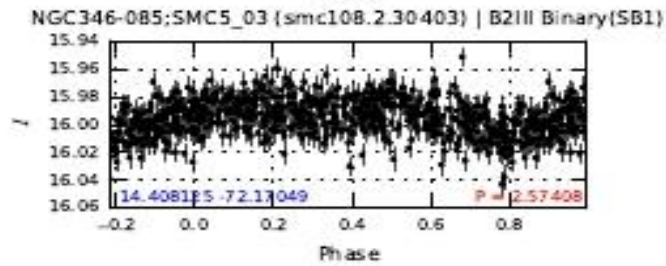
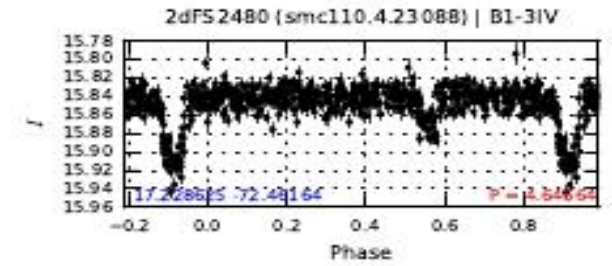
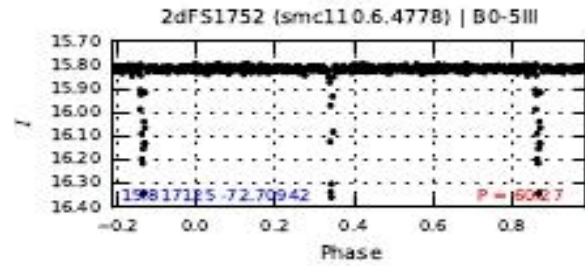
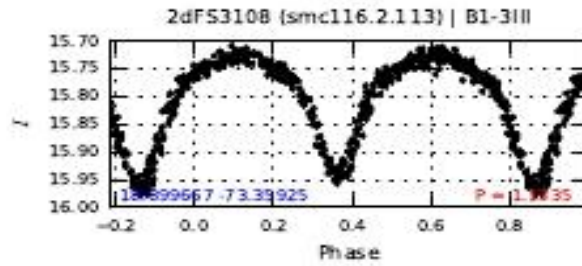
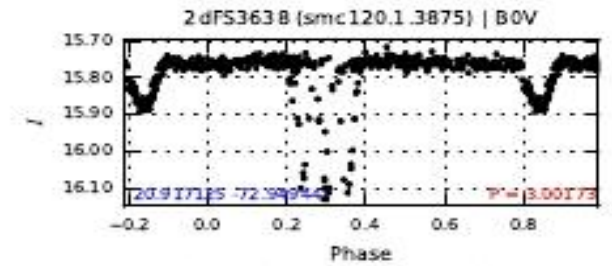
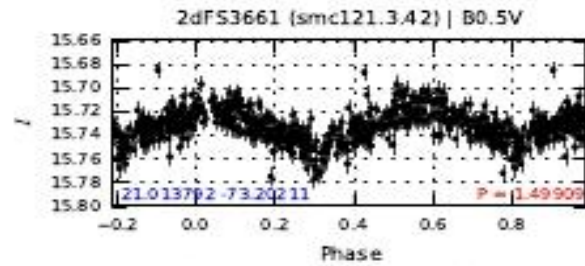
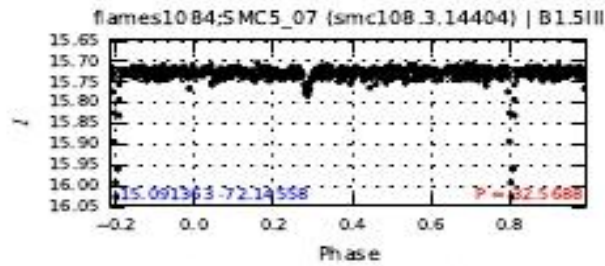






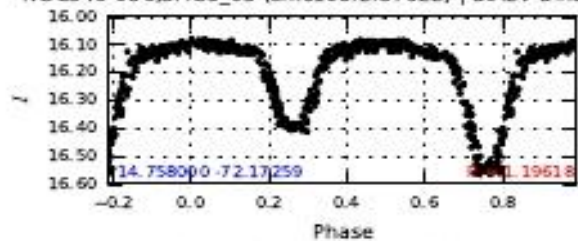




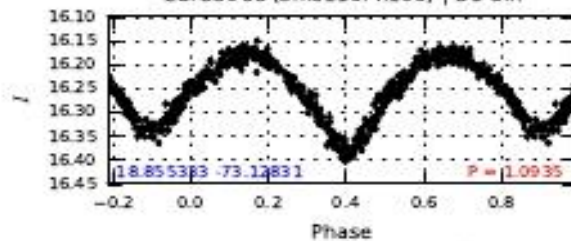




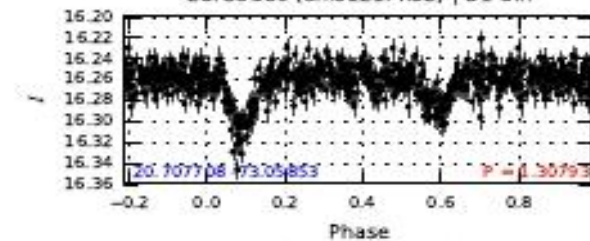
NGC346-086;SMC5\_05 (smc108.2.37622) | B0.2V Binary(SB1)



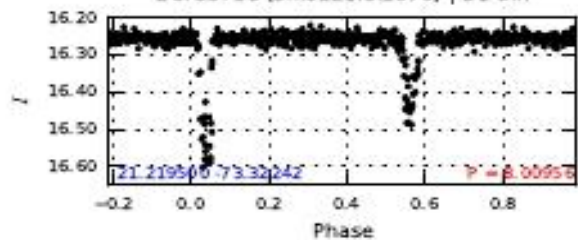
2dFS3088 (smc116.4.106) | B1-5III



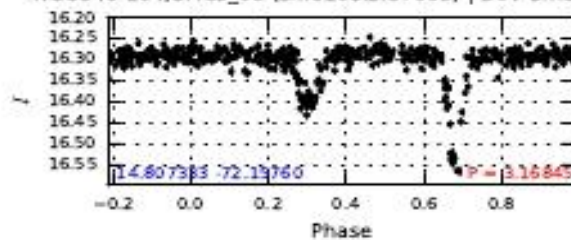
2dFS3589 (smc121.4.52) | B1-5III



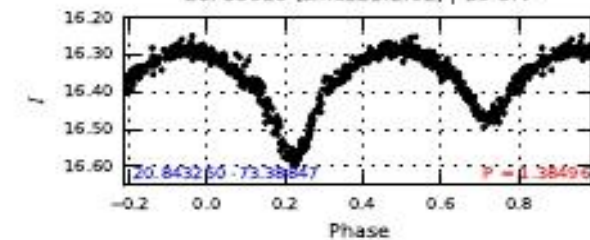
2dFS3715 (smc121.3.1876) | B1-5III



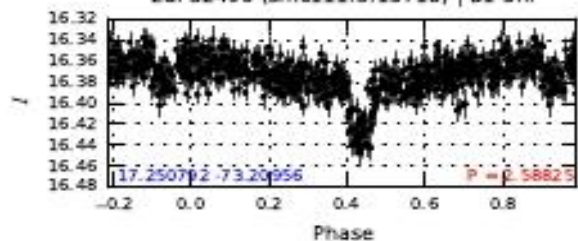
NGC346-104;SMC5\_08 (smc108.2.37668) | B0V Binary(SB1)



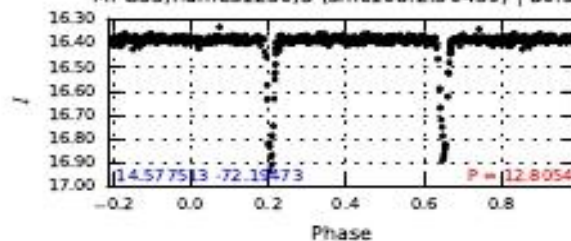
2dFS3618 (smc121.2.92) | B0-5IV



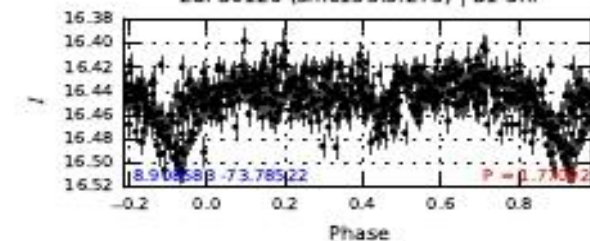
2dFS2496 (smc111.3.15718) | B1-5III



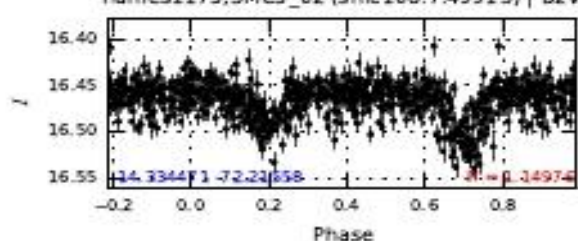
MPG33;flames1230;S (smc108.2.30439) | B0.5V



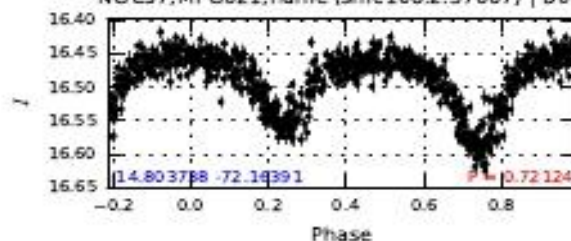
2dFS0126 (smc133.3.273) | B1-5III



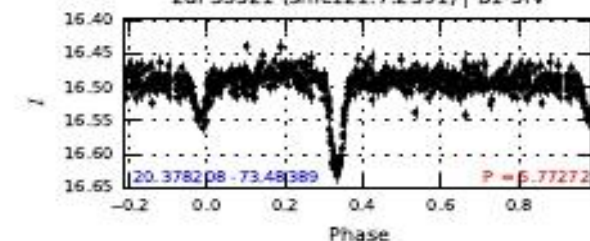
flames1175;SMC5\_02 (smc108.7.49913) | B2V



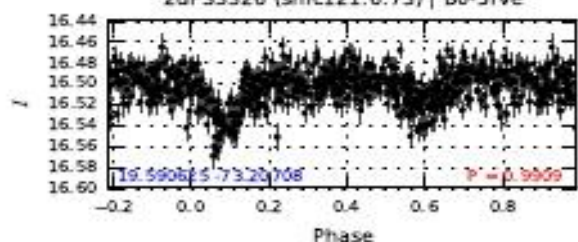
NGC57;MPG621;flame (smc108.2.37667) | B0V



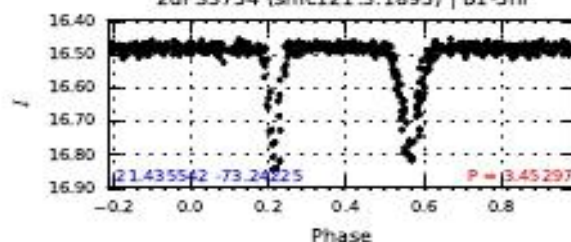
2dFS3521 (smc121.7.2591) | B1-5IV



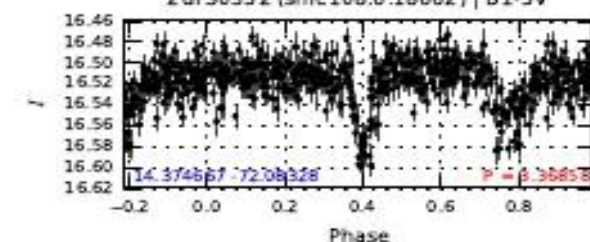
2dFS3326 (smc121.6.73) | B0-5Ive



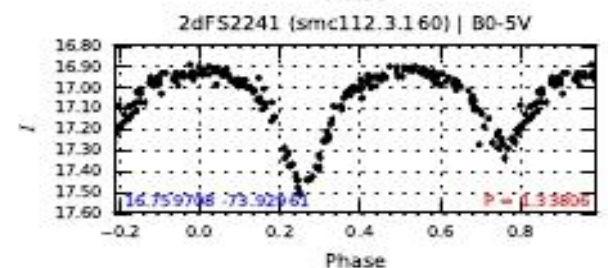
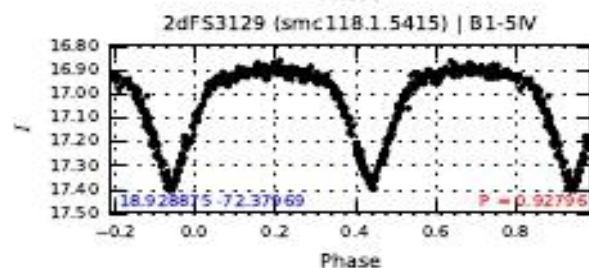
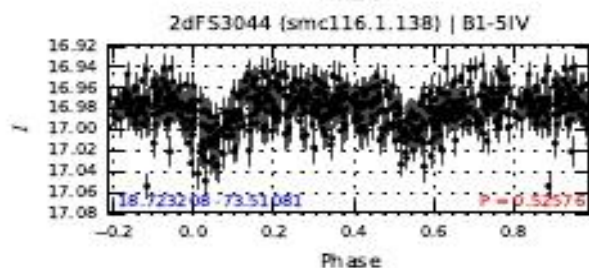
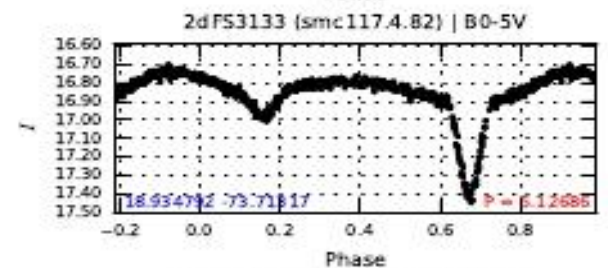
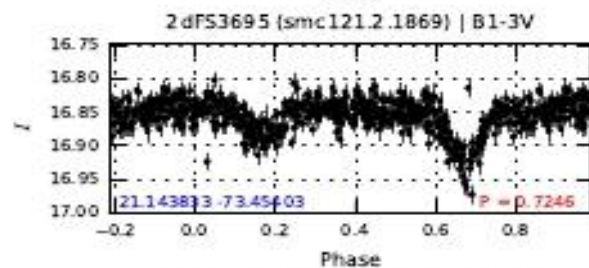
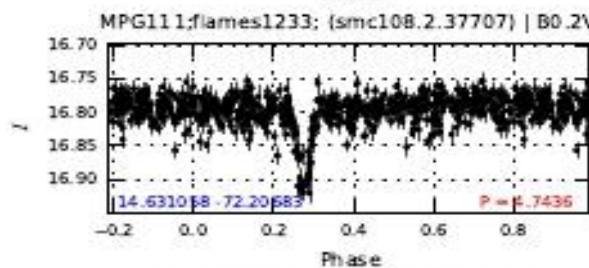
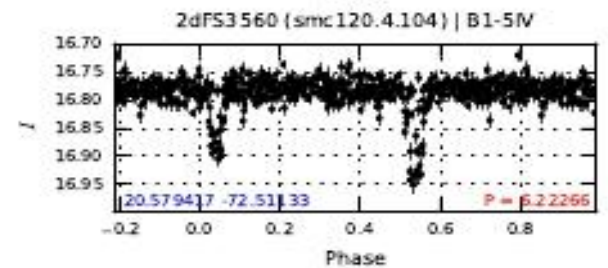
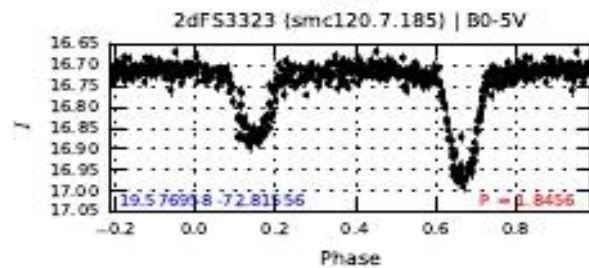
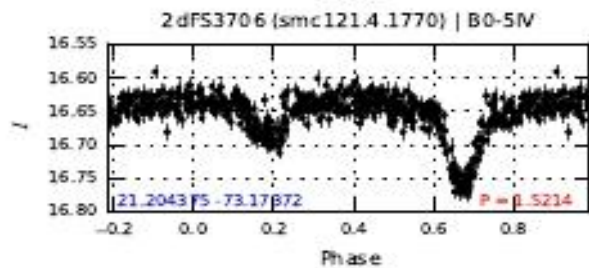
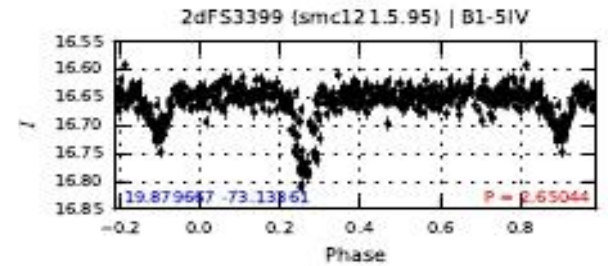
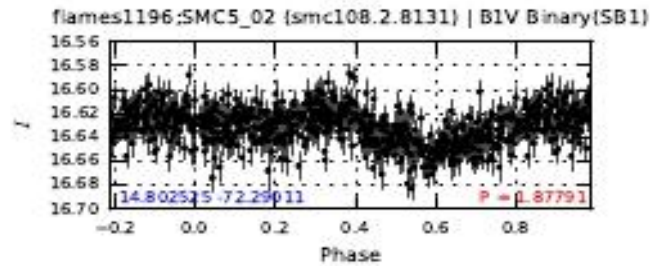
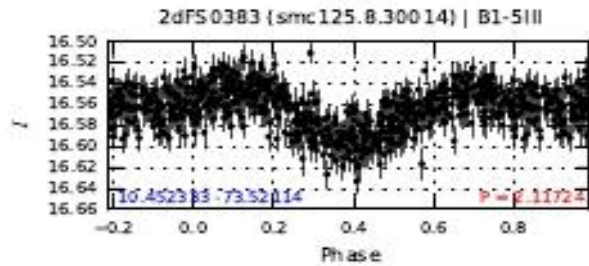
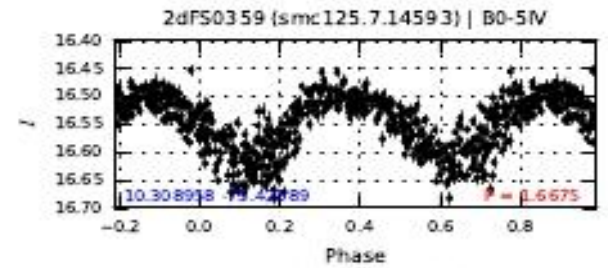
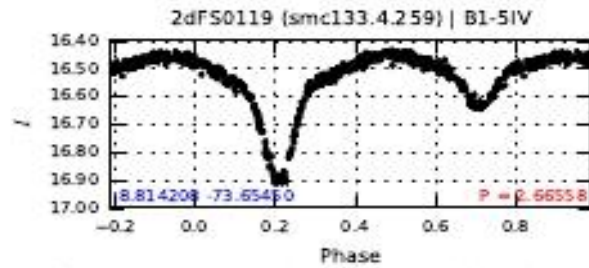
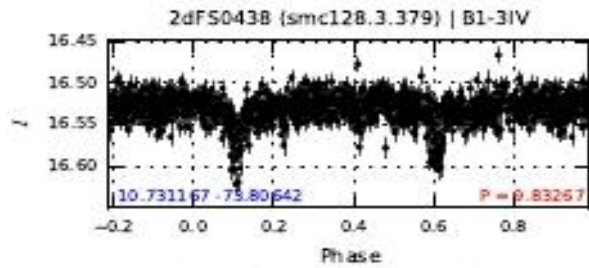
2dFS3754 (smc121.3.1895) | B1-5III



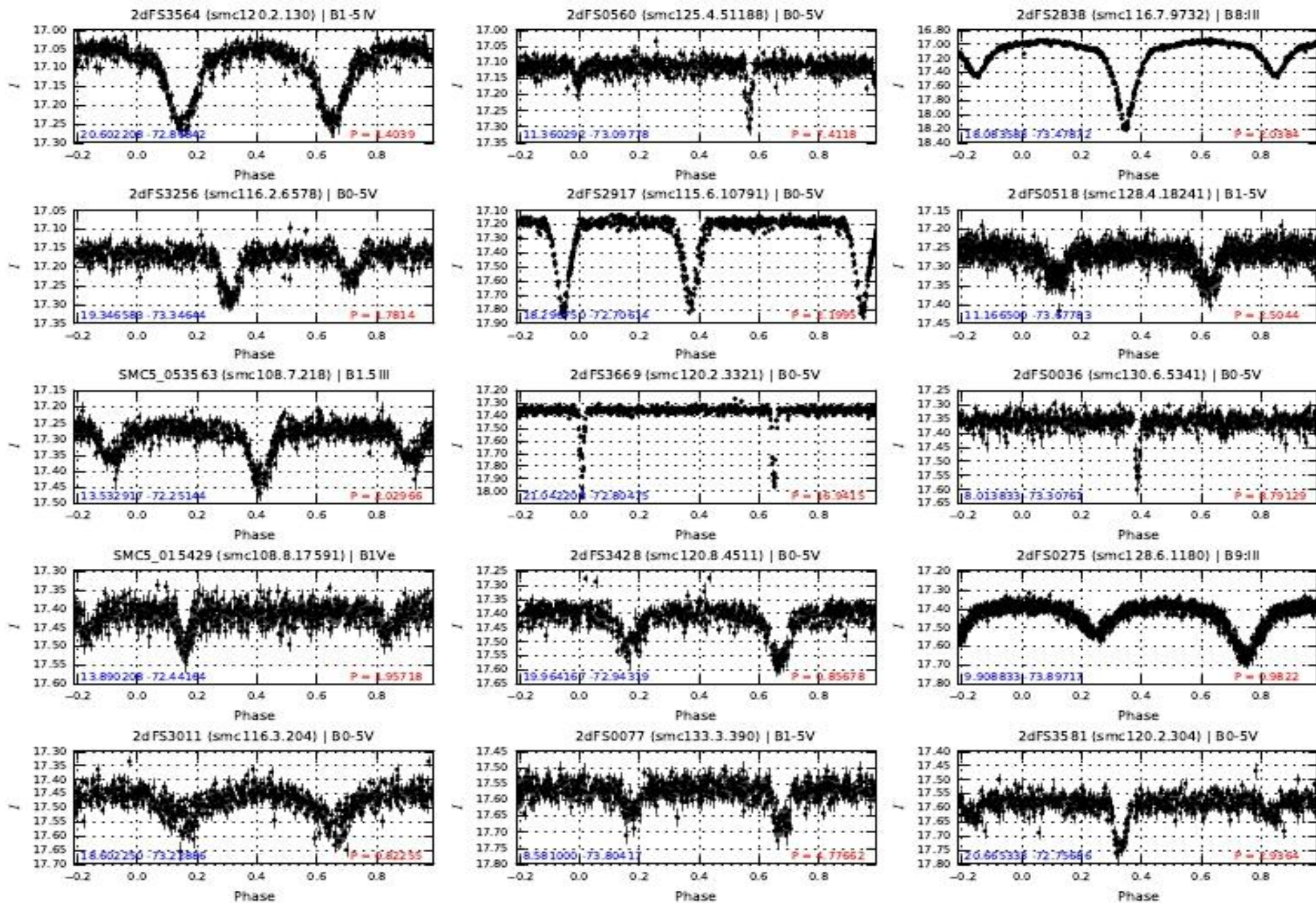
2dFS0352 (smc108.6.18662) | B1-5V

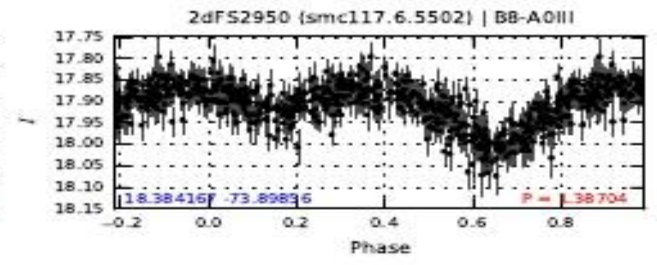
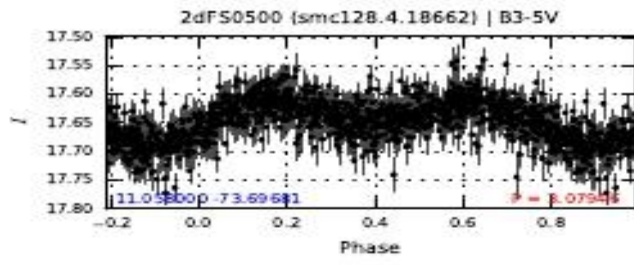
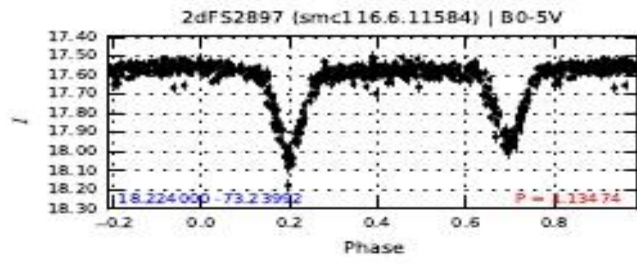




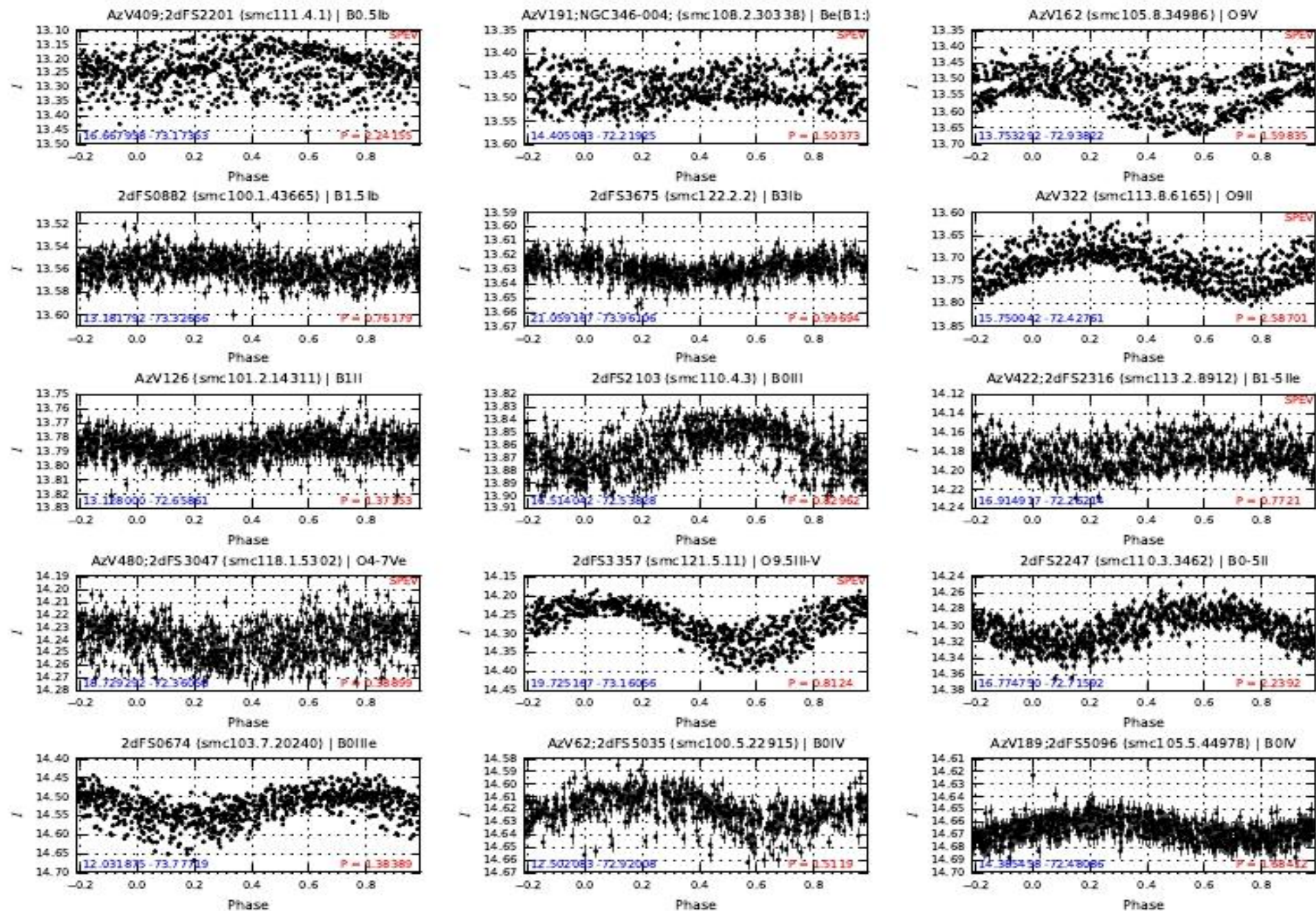




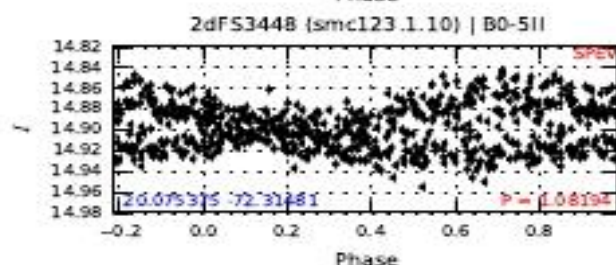
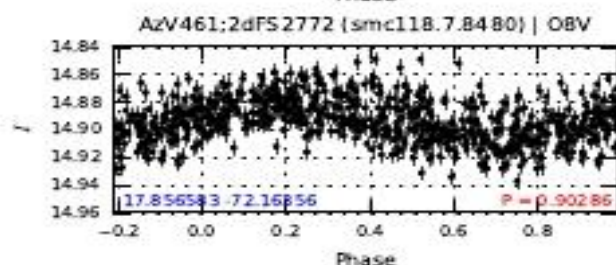
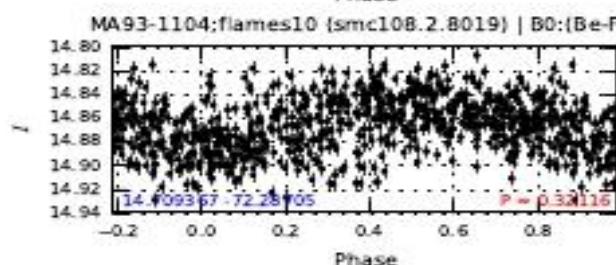
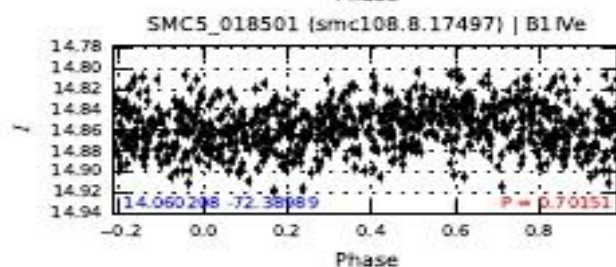
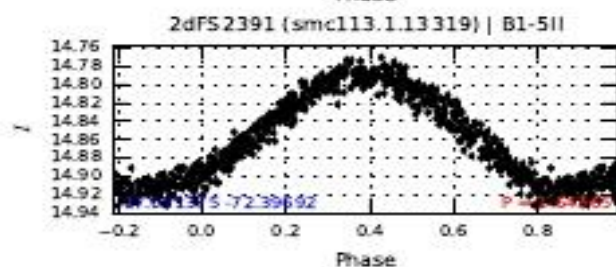
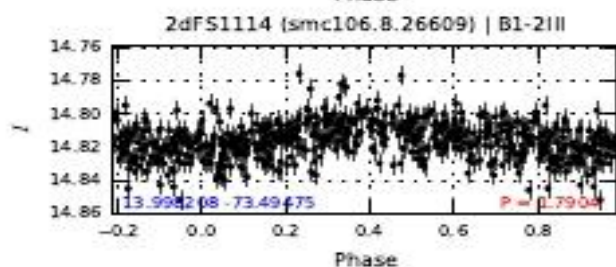
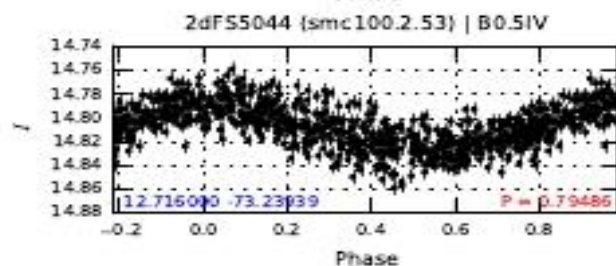
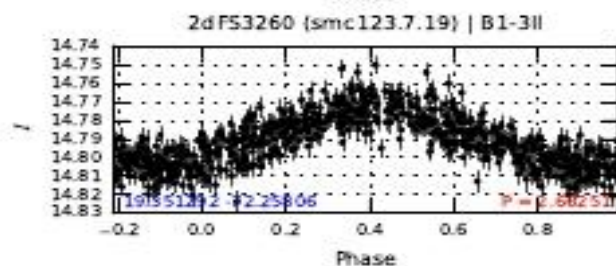
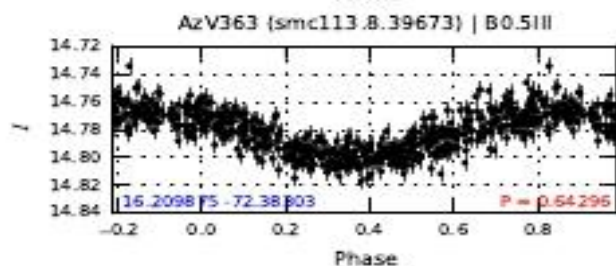
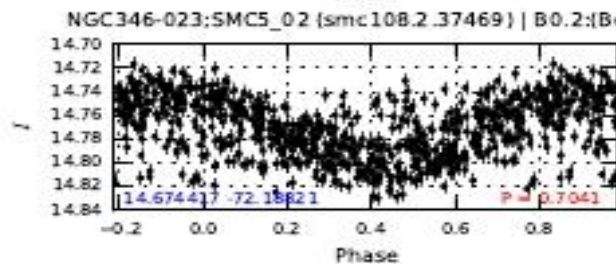
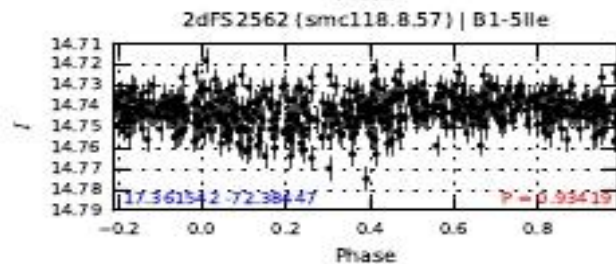
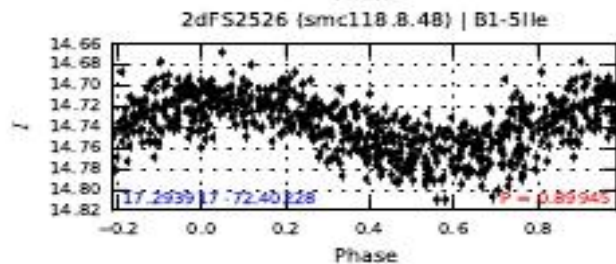
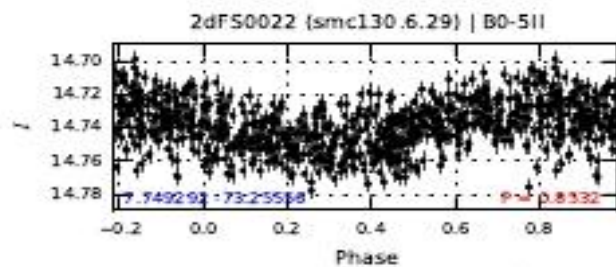
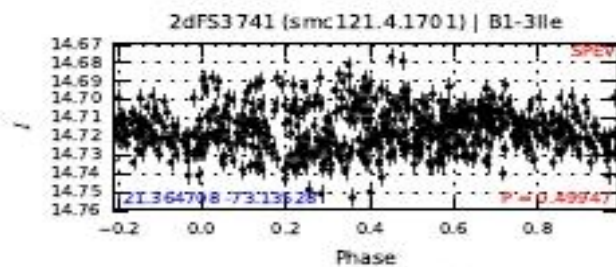
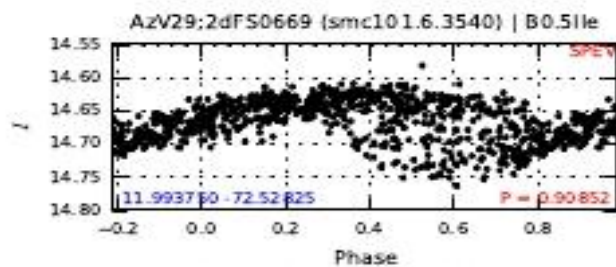




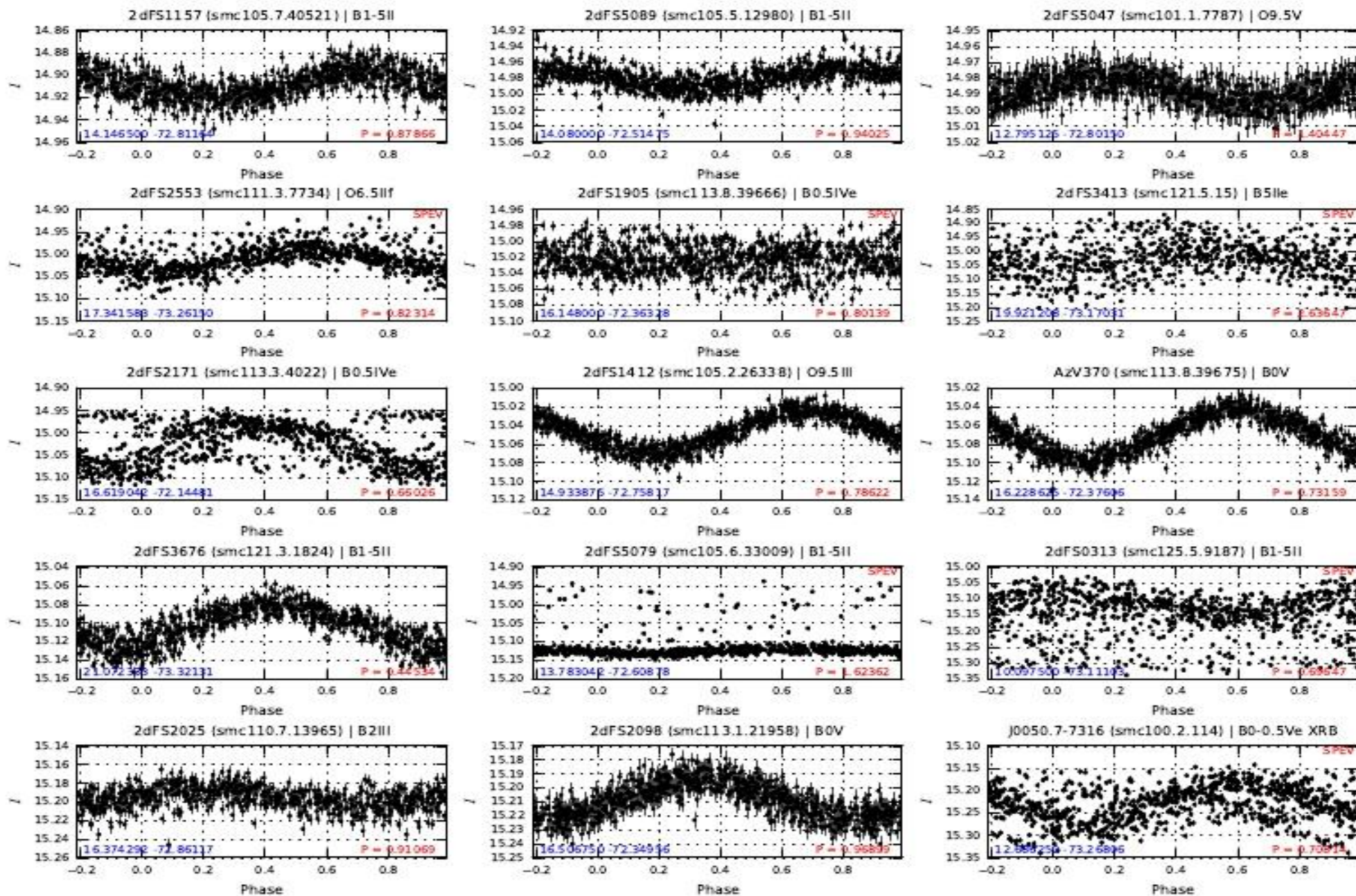




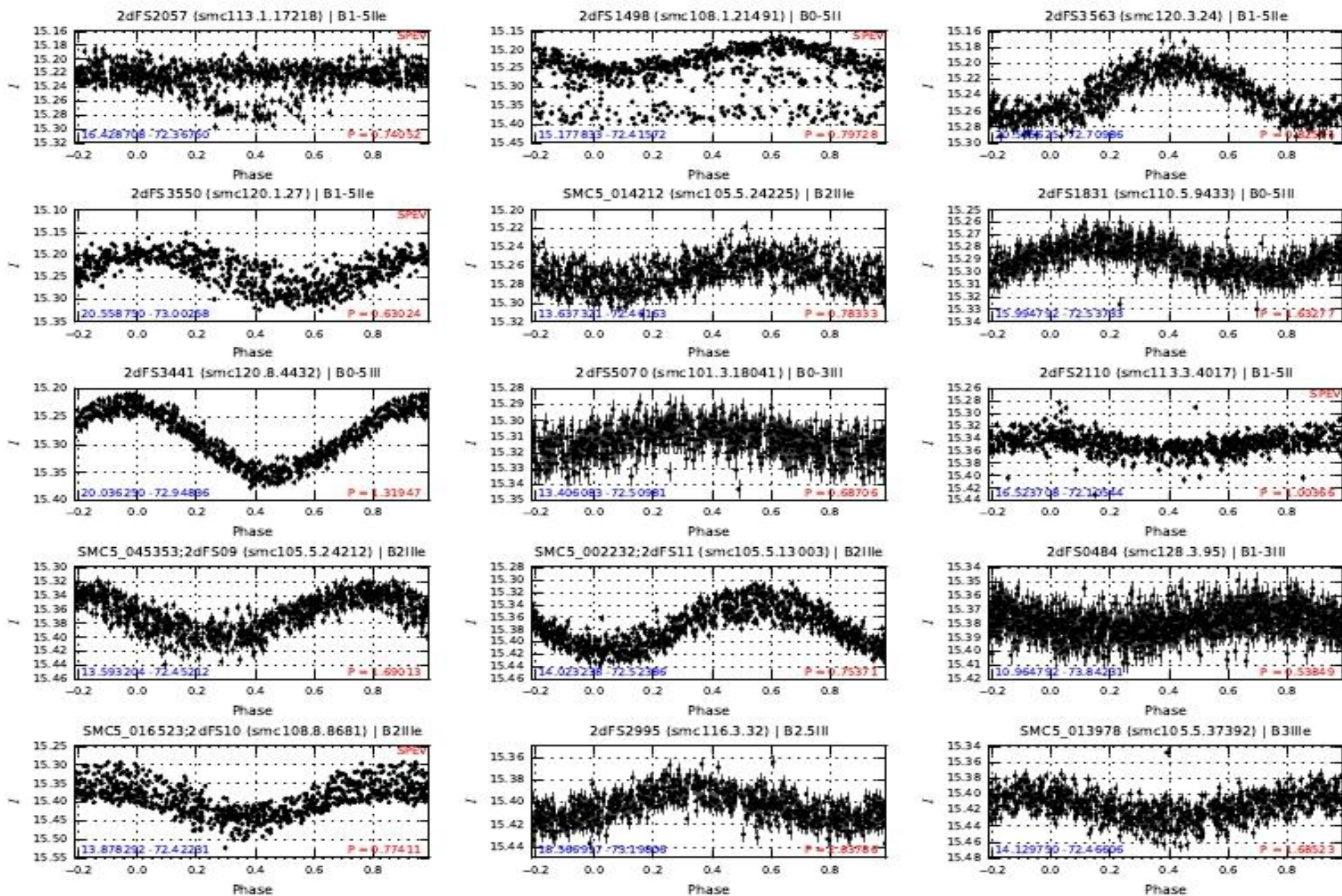




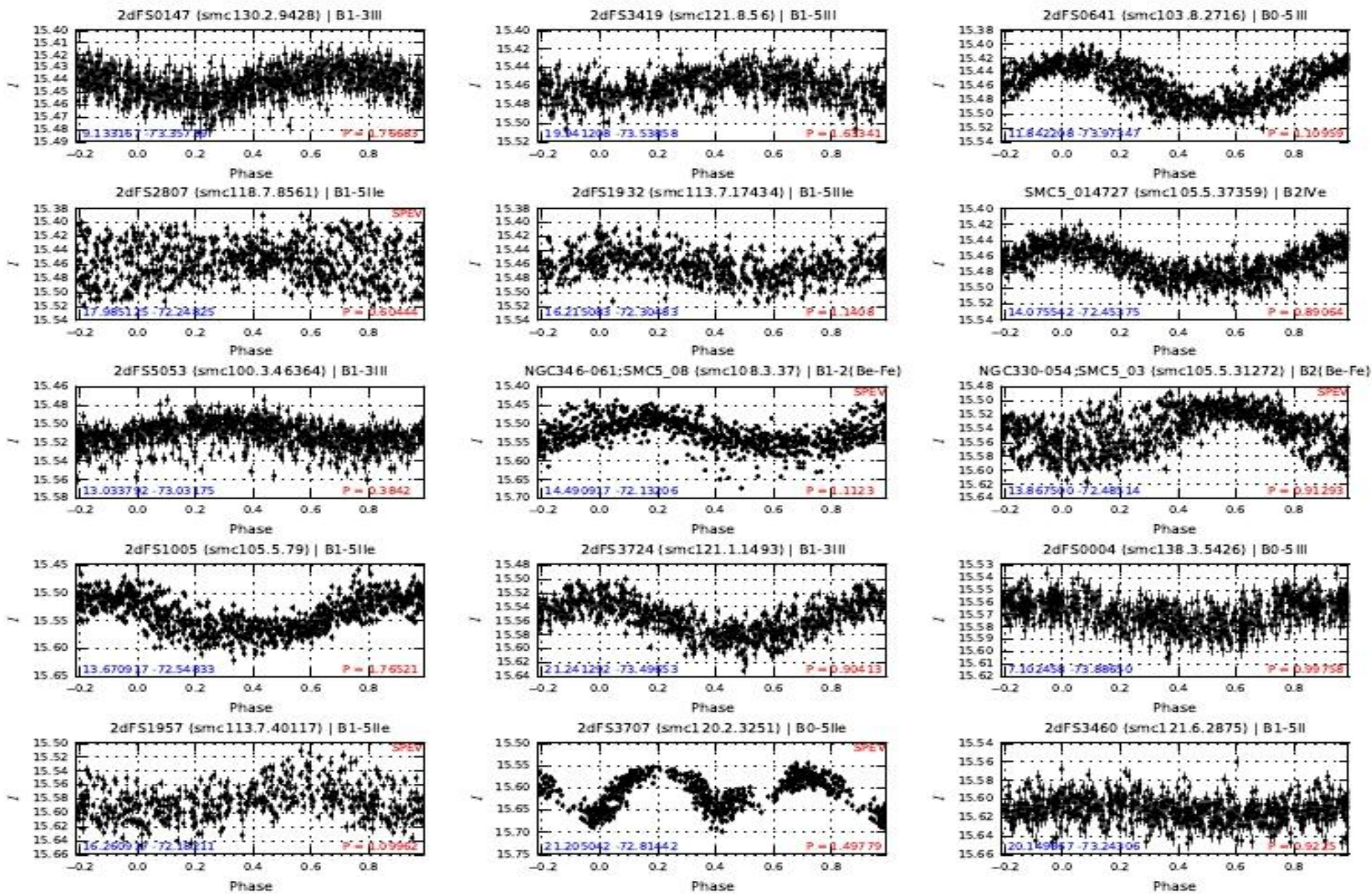




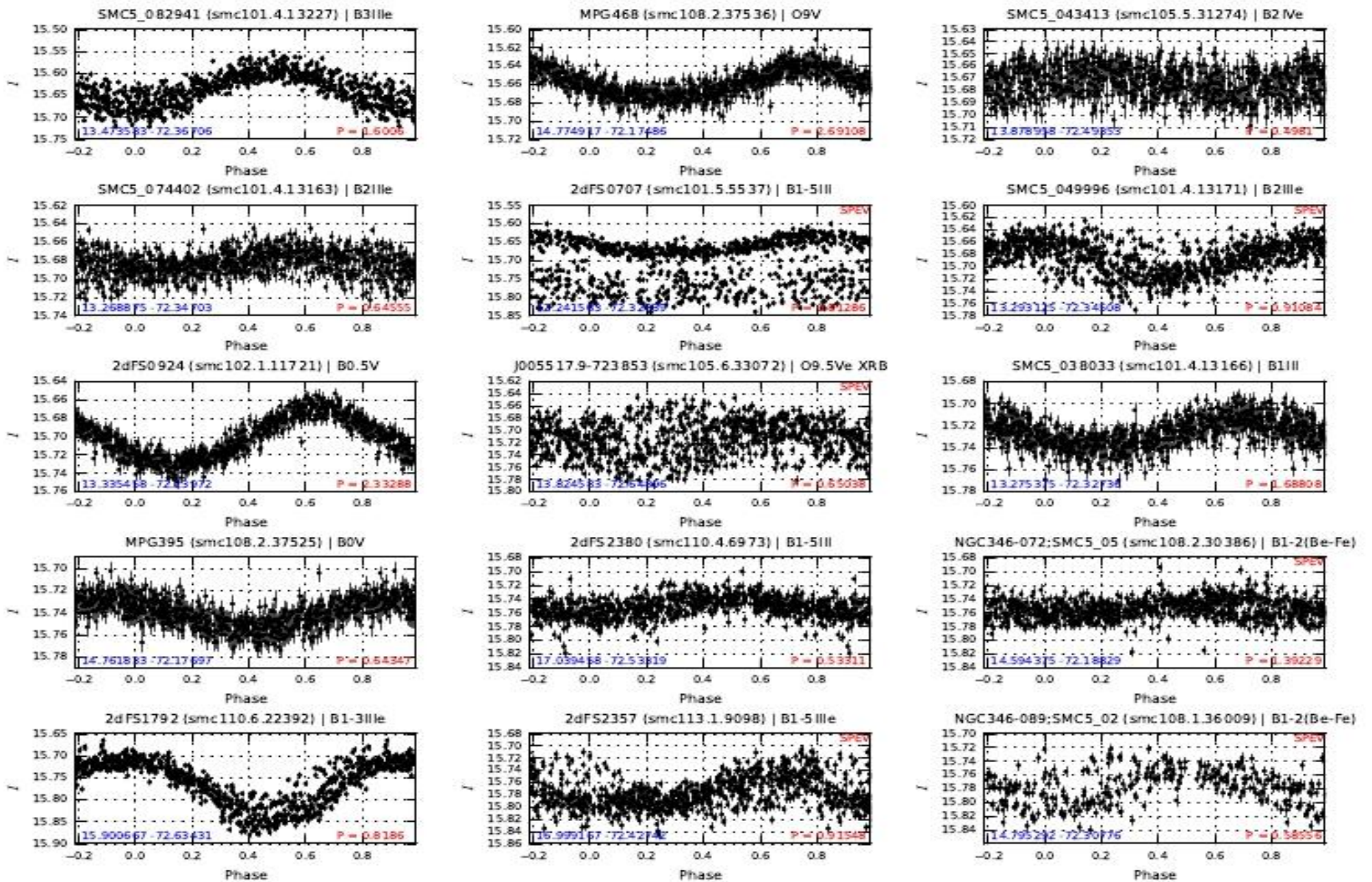




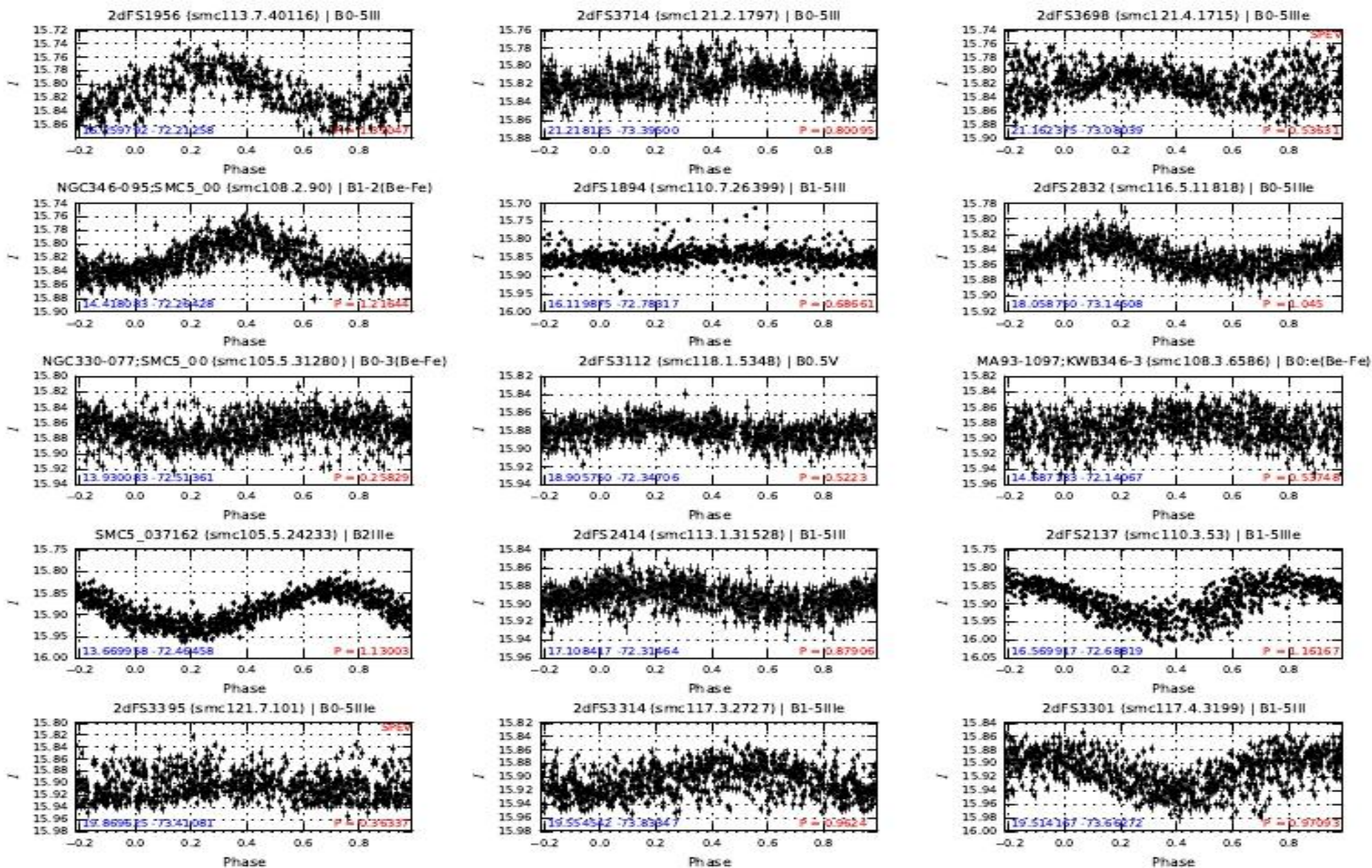




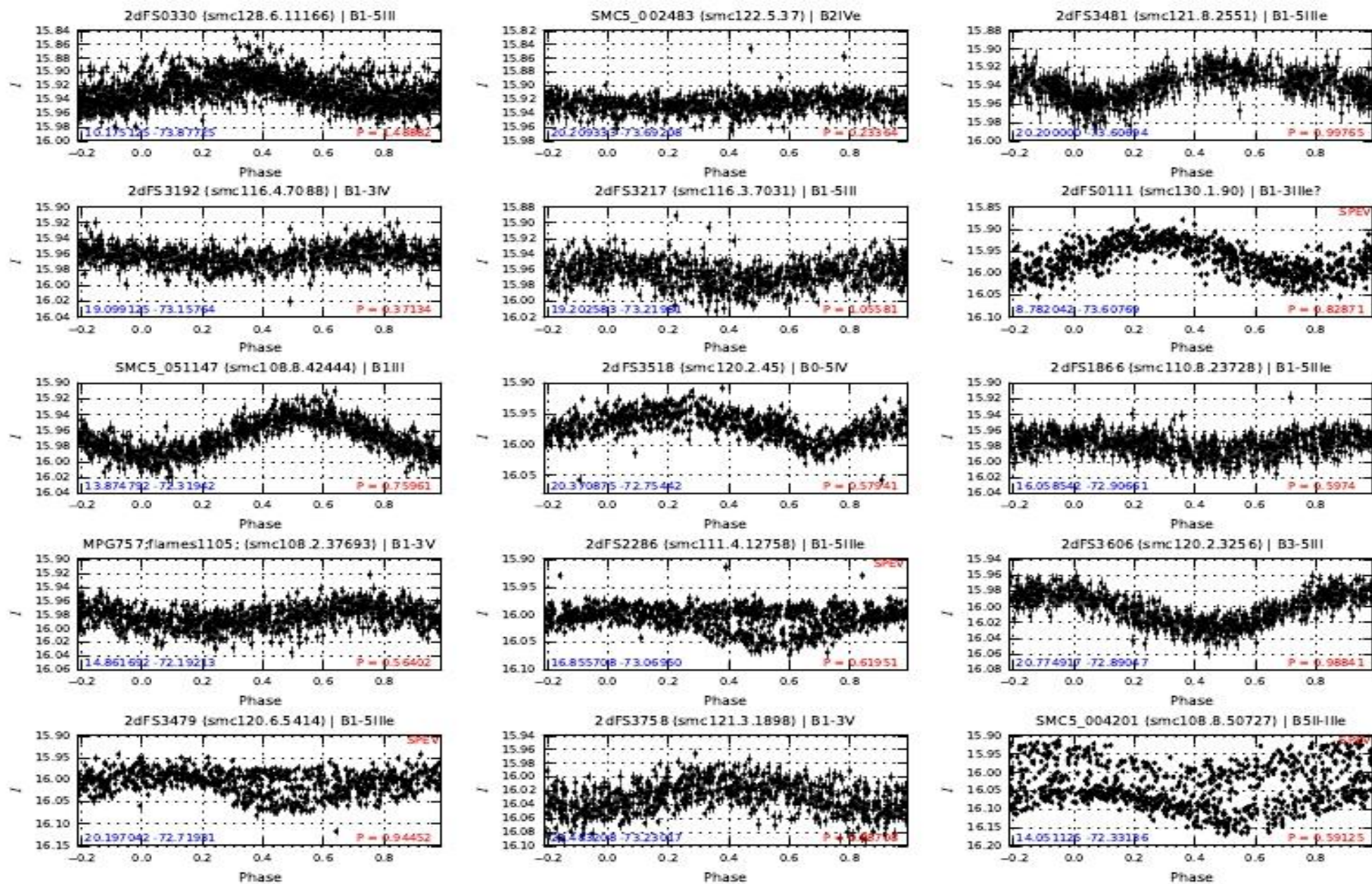




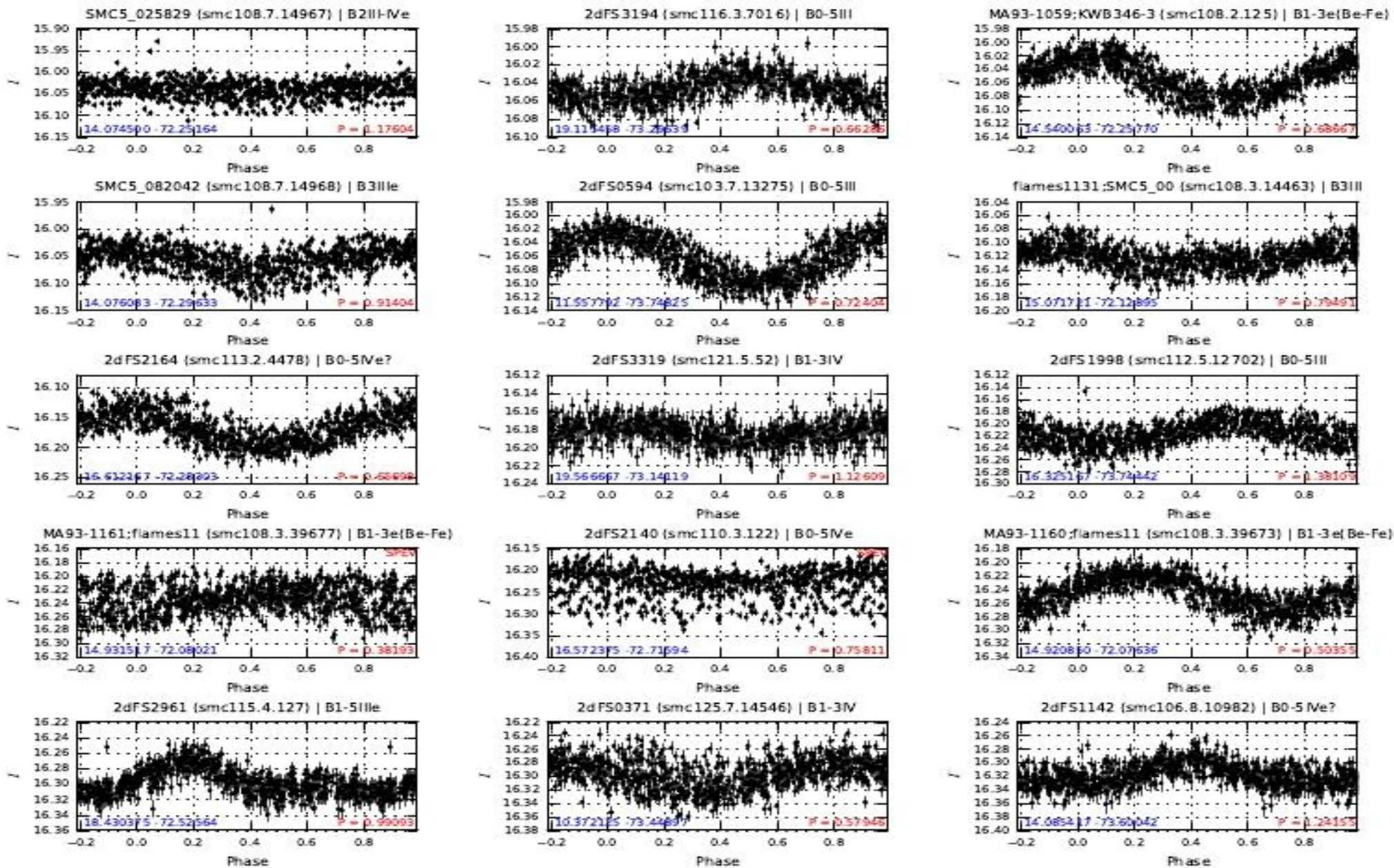




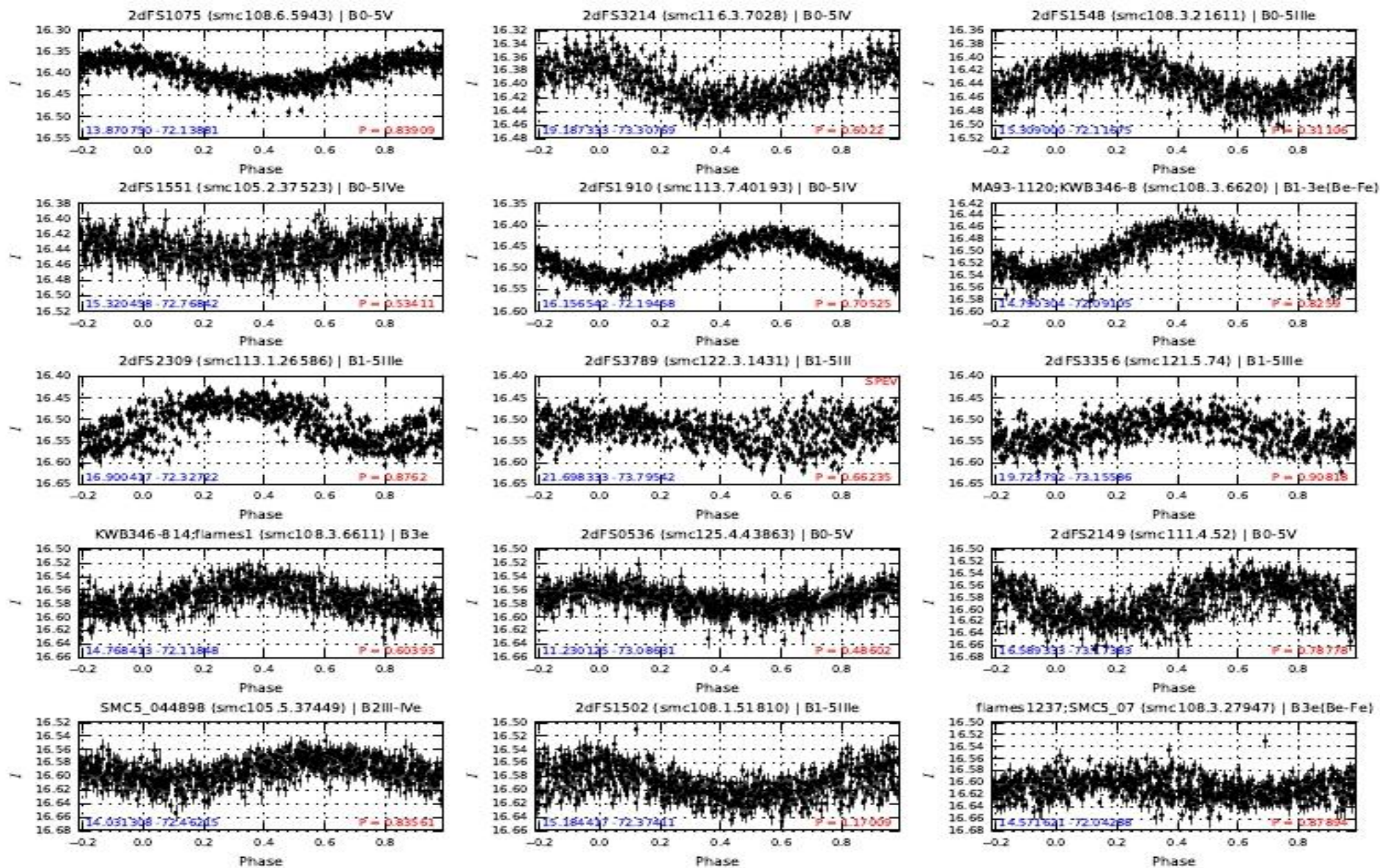




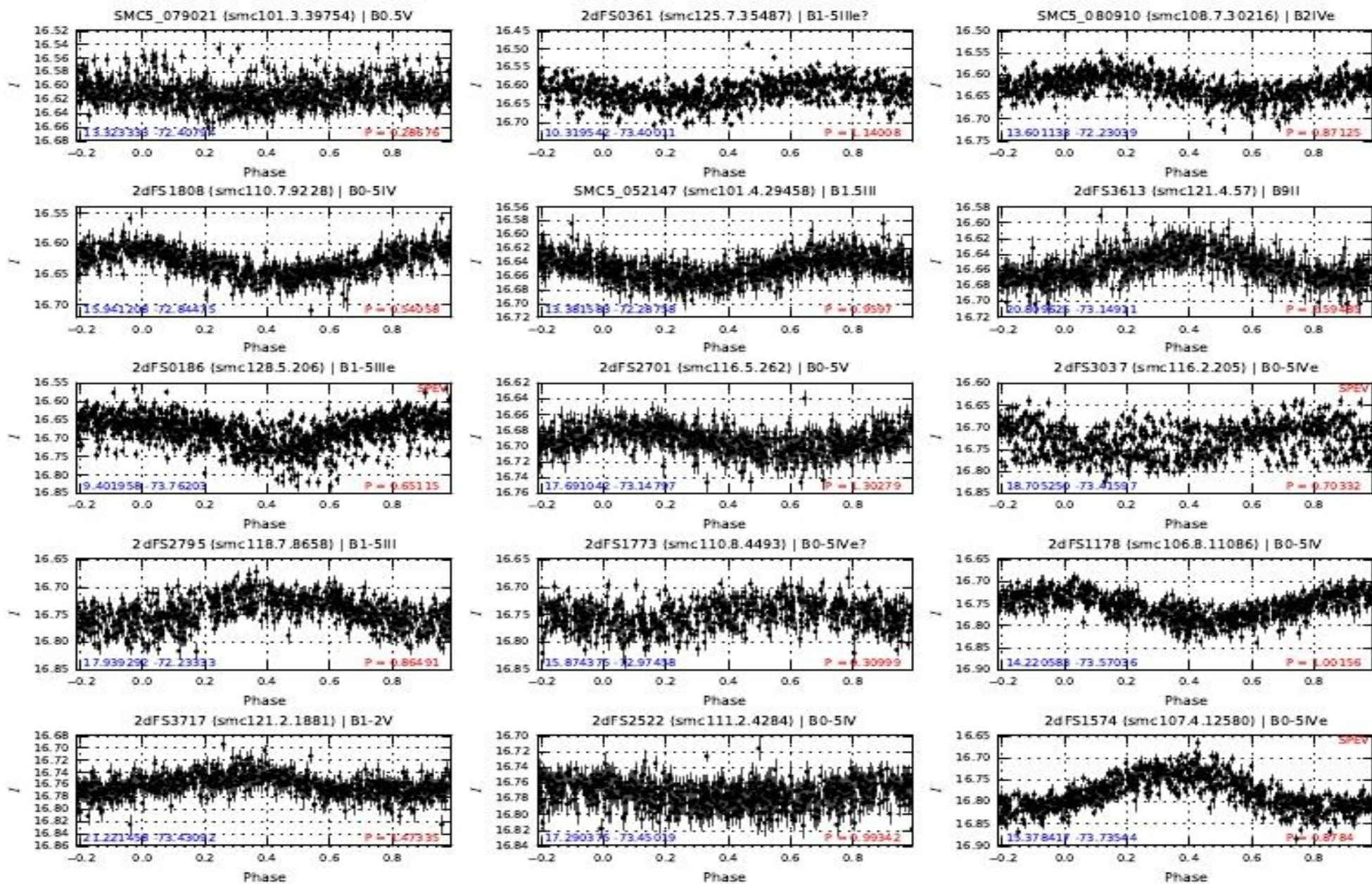




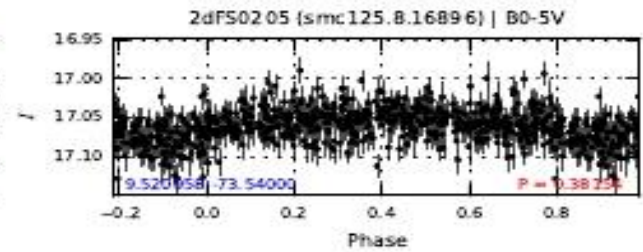
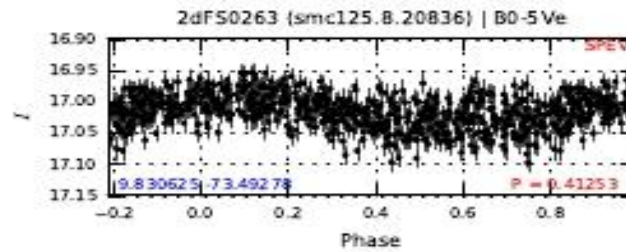
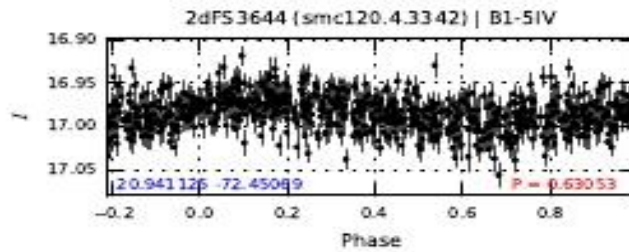
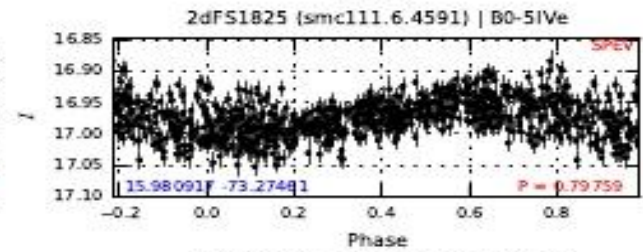
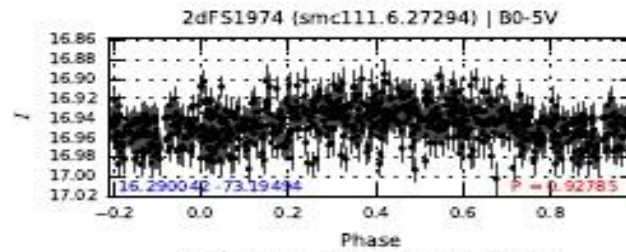
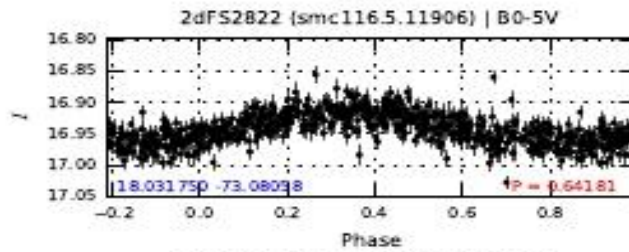
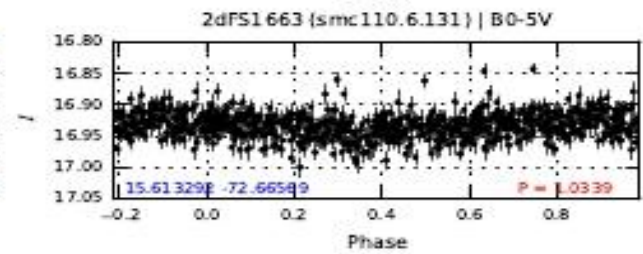
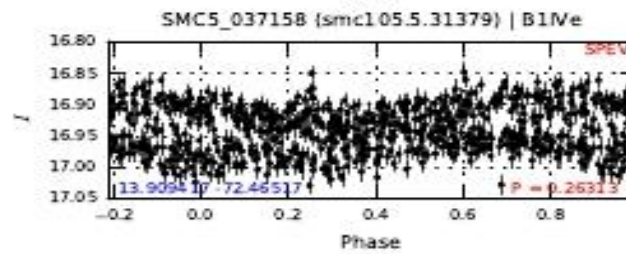
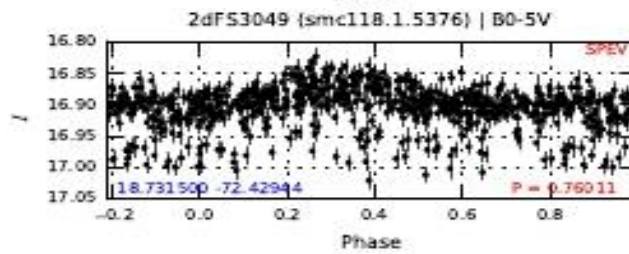
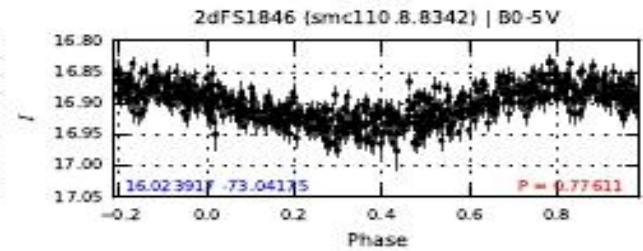
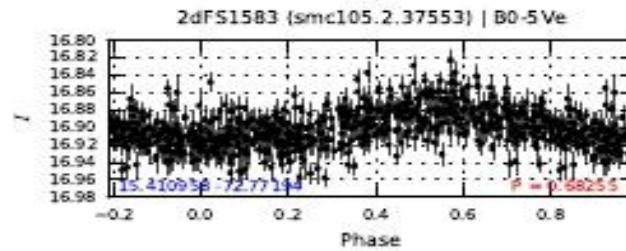
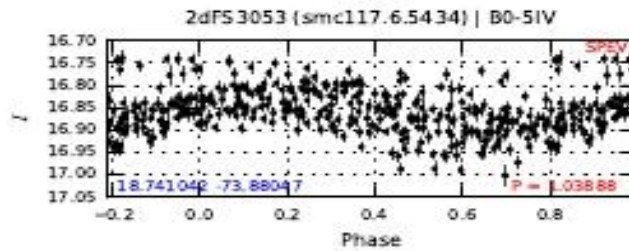
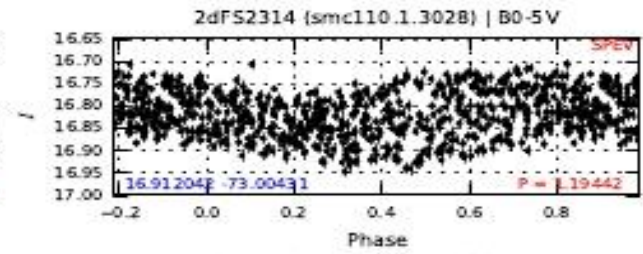
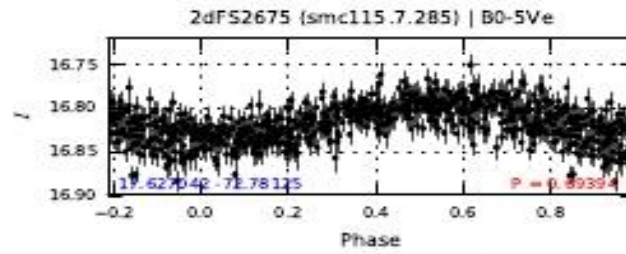
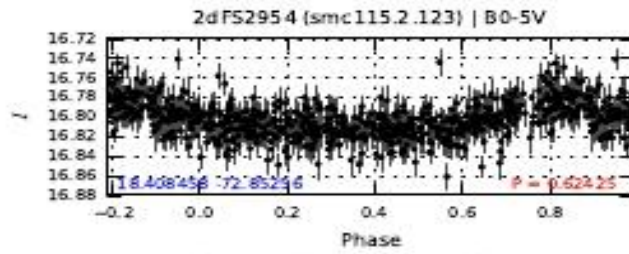












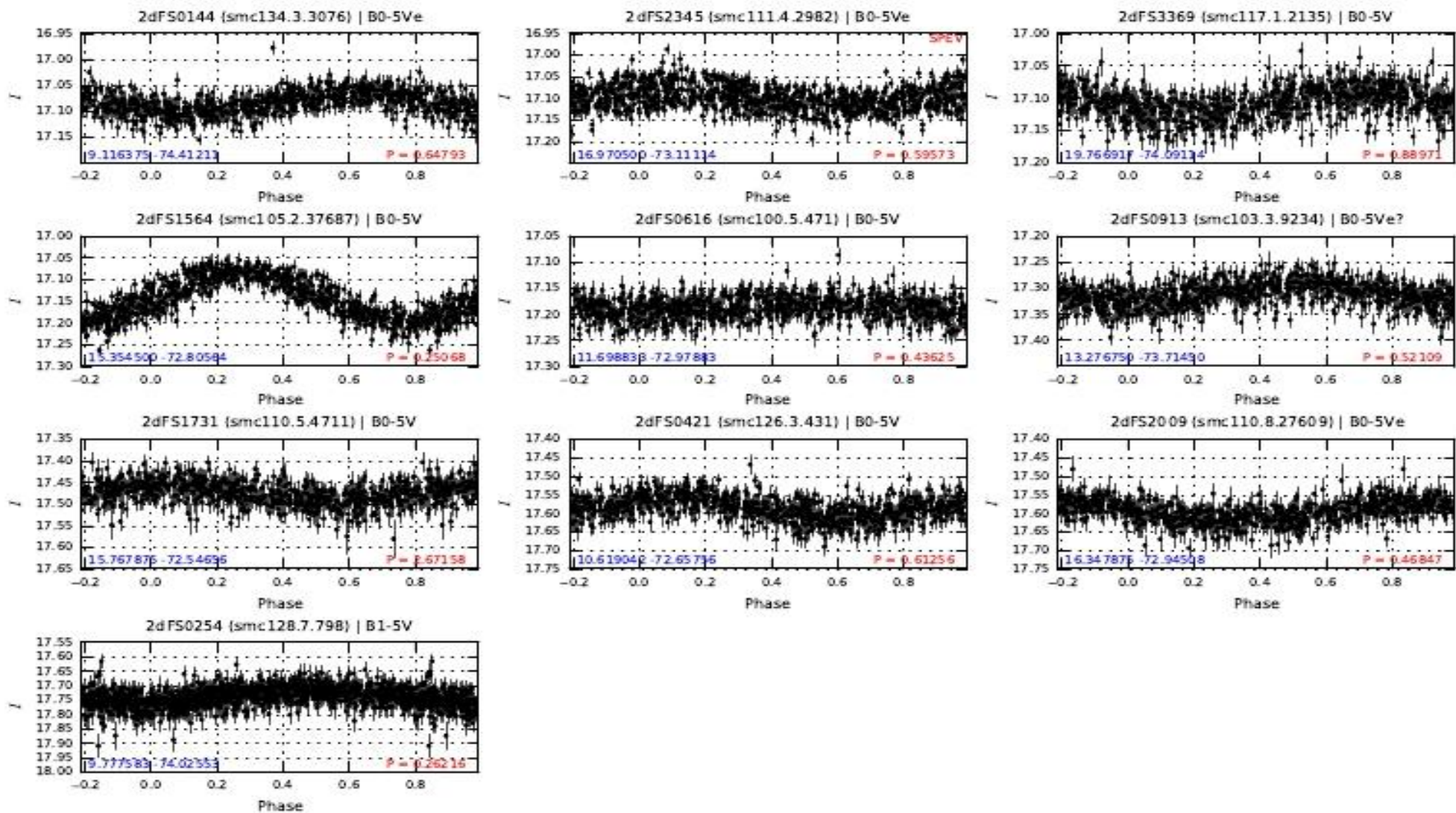




Table 1. NEW ECLIPSING BINARIES IN THE SMC

#	Star Name	Spectral Type	R.A. (J2000)	Dec. (J2000)	Skewness	Kurtosis	OGLE-III Field	Database Number	<I>	<V>	Period (days)	Note
1	AzV 476	O6.5V	18.426875	-73.29153	0.775	2.030	smc116.6	11033	13.57	13.54	9.36600	
2	WB4;NMC30;MPG342;flames1010;SMC5_082080	O6-V-III((f))	14.750221	-72.17718	1.842	2.212	smc108.2	37477	13.86	13.63	2.35484	SB2 <sup>2</sup>
3	2dFS2253	O7V	16.780917	-73.18614	0.528	-0.989	smc111.3	9765	15.26	15.09	1.20386	
4	AzV 429	O7V	16.999375	-72.01500	0.365	-0.257	smc113.3	24653	14.85	14.68	2.19038	
5	2dFS0404	O8.5V	10.541417	-73.23219	0.760	2.289	smc125.3	34225	14.95	14.72	27.28170	
6	NMC19;MPG445;flames1060;SMC5_029297	O8.5V	14.769942	-72.18413	4.800	31.018	smc108.2	37529	15.40	15.31	11.83434	SB1 <sup>2</sup>
7	2dFS5006	O9.5III	11.583333	-73.10869	0.764	3.788	smc100.6	61	15.60	15.44	16.44453	
8	2dFS3700	O9V	21.178125	-73.15092	1.604	1.299	smc121.4	1716	15.44	15.22	1.47046	
9	2dFS3269	B0-3III	19.391458	-73.25558	1.137	0.257	smc116.3	6985	15.34	15.19	2.73452	
10	2dFS3406	B0-5II	19.898792	-73.09742	2.898	13.480	smc121.5	40	15.38	15.21	12.01570	
11	2dFS1752	B0-5III	15.817125	-72.70942	4.039	33.152	smc110.6	4778	15.82	15.59	60.27000	
12	2dFS1823	B0-5III	15.975083	-72.14039	0.973	1.564	smc113.6	11439	16.00	16.09	2.34738	
13	2dFS1876	B0-5III	16.081417	-72.49106	1.197	8.293	smc110.5	26076	15.65	15.47	105.99500	
14	2dFS0359	B0-5IV	10.308958	-73.42589	0.339	-0.951	smc125.7	14593	16.55	16.69	1.66750	
15	2dFS1753	B0-5IV	15.819167	-73.49506	0.822	0.096	smc111.8	14402	16.12	15.95	3.19964	
16	2dFS3618	B0-5IV	20.843250	-73.38847	0.816	-0.218	smc121.2	92	16.36	16.20	1.38496	
17	2dFS3706	B0-5IV	21.204375	-73.17372	0.836	0.657	smc121.4	1770	16.65	16.48	1.52140	
18	2dFS3326	B0-5IVe	19.590625	-73.20708	0.225	-0.348	smc121.6	73	16.50	16.41	0.99090	
19	2dFS0036	B0-5V	8.013833	-73.30761	0.269	0.226	smc130.6	5341	17.36	17.25	8.79129	
20	2dFS0560	B0-5V	11.360292	-73.09778	0.375	0.303	smc125.4	51188	17.11	17.08	7.41180	
21	2dFS2241	B0-5V	16.759708	-73.92961	1.084	0.055	smc112.3	160	17.05	16.89	1.33806	
22	2dFS2897	B0-5V	18.224000	-73.23992	1.916	2.964	smc116.6	11584	17.63	17.54	1.13474	
23	2dFS2917	B0-5V	18.296750	-72.70614	2.319	5.113	smc115.6	10791	17.25	17.15	2.19950	
24	2dFS3011	B0-5V	18.602250	-73.22886	0.401	-0.189	smc116.3	204	17.47	17.31	0.82255	
25	2dFS3133	B0-5V	18.934792	-73.71317	0.944	1.159	smc117.4	82	16.86	16.82	5.12686	
26	2dFS3256	B0-5V	19.346583	-73.34644	0.951	1.015	smc116.2	6578	17.17	17.03	1.78140	
27	2dFS3323	B0-5V	19.576958	-72.81556	1.899	2.843	smc120.7	185	16.75	16.57	1.84560	
28	2dFS3428	B0-5V	19.964167	-72.94319	0.924	0.738	smc120.8	4511	17.42	17.38	0.85678	
29	2dFS3581	B0-5V	20.665333	-72.75686	0.271	0.084	smc120.2	304	17.58	17.45	2.93640	
30	2dFS3669	B0-5V	21.042208	-72.80475	2.147	11.748	smc120.2	3321	17.35	17.19	16.94150	
31	MPG111;flames1233;SMC5_069197	B0.2V	14.631058	-72.20683	0.310	-0.011	smc108.2	37707	16.79	16.57	4.74360	
32	NGC346-086;SMC5_056528	B0.2V	14.758000	-72.17259	1.368	0.484	smc108.2	37622	16.20	16.00	1.19618	SB1 <sup>1</sup>
33	MPG33;flames1230;SMC5_028756	B0.5V	14.577513	-72.19473	4.315	29.915	smc108.2	30439	16.39	16.17	12.80548	
34	AzV 259	B0.5V	15.202708	-71.57061	0.489	-0.755	smc109.2	9814	14.76	14.65	5.83128	
35	2dFS3339	B0.5V	19.624125	-73.59042	0.890	-0.294	smc121.8	40	15.33	15.12	2.39880	
36	2dFS3661	B0.5V	21.013792	-73.20211	-0.022	-0.598	smc121.3	42	15.73	15.49	1.49909	
37	AzV 236	B0III	14.954875	-72.72264	1.238	1.594	smc105.3	5862	14.90	14.70	1.58782	
38	AzV 381	B0IIW	16.362458	-72.30006	0.594	1.572	smc113.2	4	14.50	14.27	64.32000	
39	AzV 467	B0IIWW	17.972417	-72.73744	0.732	-0.605	smc115.6	10188	14.90	14.70	0.89374	
40	2dFS3107	B0IV	18.891292	-73.19339	2.171	8.068	smc116.3	15	14.76	14.58	6.51973	
41	NGC57;MPG621;flames1185	B0V	14.803738	-72.16391	0.824	-0.377	smc108.2	37667	16.49	16.32	0.72124	
42	2dFS3638	B0V	20.917125	-72.94944	2.199	4.172	smc120.1	3875	15.77	15.55	3.00173	
43	NGC346-104;SMC5_089334	B0V	14.807333	-72.15760	1.941	3.765	smc108.2	37668	16.30	16.22	3.16845	SB1 <sup>1</sup>
44	flames1059;SMCK_006438	B0V	14.881117	-72.13333	0.121	1.277	smc108.3	14373	15.57	15.35	41.49600	SB1 <sup>2</sup>
45	2dFS3130	B1-2II	18.928875	-73.32658	0.320	-1.086	smc116.3	20	14.62	14.42	2.87566	
46	2dFS2644	B1-2III	17.560458	-72.26497	1.408	1.380	smc118.7	151	15.52	15.36	2.12940	
47	2dFS0800	B1-3III	12.831792	-72.70839	0.218	0.724	smc101.1	39413	15.44	15.30	64.59900	
48	2dFS5052	B1-3III	13.009458	-72.67989	0.207	-0.554	smc101.2	7191	15.61	15.51	1.92934	
49	2dFS1958	B1-3III	16.261000	-72.65278	0.357	-0.260	smc110.6	31425	15.52	15.39	5.02109	
50	2dFS2699	B1-3III	17.683875	-72.42358	0.078	1.380	smc118.8	9674	15.22	15.08	79.08000	

Table 1—Continued

#	Star Name	Spectral Type	R.A. (J2000)	Dec. (J2000)	Skewness	Kurtosis	OGLE-III Field	Database Number	<I>	<V>	Period (days)	Note
51	2dFS2803	B1-3III	17.958458	-72.26317	0.656	-0.813	smc118.7	8553	15.48	15.29	0.98252	
52	2dFS3036	B1-3III	18.701792	-73.38258	2.257	6.682	smc116.2	24	14.91	14.78	6.42874	
53	2dFS3108	B1-3III	18.899667	-73.35925	1.055	-0.126	smc116.2	113	15.79	15.59	1.13350	
54	AzV491;2dFS3249	B1-3III	19.320375	-73.16700	2.046	3.919	smc116.4	7065	14.99	14.79	2.90896	
55	2dFS3578	B1-3III	20.660333	-72.77139	0.657	-0.766	smc120.2	33	15.46	15.21	1.41684	
56	2dFS0226	B1-3IV	9.617208	-73.41219	0.501	0.139	smc125.7	50	16.18	16.02	1.96896	
57	2dFS0438	B1-3IV	10.731167	-73.80642	0.226	-0.157	smc128.3	379	16.53	16.36	9.83267	
58	2dFS2480	B1-3IV	17.228625	-72.46164	0.851	1.283	smc110.4	23088	15.84	15.68	4.64664	
59	2dFS3695	B1-3V	21.143833	-73.45403	0.367	-0.258	smc121.2	1869	16.85	16.68	0.72460	
60	2dFS5021	B1-5II	12.159000	-73.23164	0.461	-0.582	smc100.7	17014	14.77	14.62	2.48912	
61	2dFS3432	B1-5II	19.986125	-73.31661	0.250	-0.686	smc121.6	60	15.32	15.26	0.62202	
62	2dFS3658	B1-5II	21.008000	-73.29917	0.999	-0.144	smc121.3	40	15.44	15.25	2.70062	
63	2dFS0126	B1-5III	8.908583	-73.78522	0.226	-0.351	smc133.3	273	16.44	16.25	1.77092	
64	2dFS0383	B1-5III	10.452333	-73.52114	0.195	-0.681	smc125.8	30014	16.56	16.49	2.11724	
65	2dFS2496	B1-5III	17.250792	-73.20956	0.152	-0.094	smc111.3	15718	16.37	16.21	2.58825	
66	2dFS2780	B1-5III	17.880917	-72.41942	0.942	-0.080	smc118.8	9775	15.50	15.43	5.60222	
67	2dFS3088	B1-5III	18.855333	-73.12831	0.426	-0.967	smc116.4	106	16.25	16.09	1.09350	
68	2dFS3589	B1-5III	20.707708	-73.05853	0.427	-0.134	smc121.4	52	16.26	16.10	1.30793	
69	2dFS3715	B1-5III	21.219500	-73.32242	2.945	13.293	smc121.3	1876	16.26	16.05	8.00956	
70	2dFS3754	B1-5III	21.435542	-73.24225	3.140	10.642	smc121.3	1895	16.50	16.31	3.45297	
71	2dFS0119	B1-5IV	8.814208	-73.65450	1.208	0.985	smc133.4	259	16.54	16.47	2.66558	
72	2dFS3044	B1-5IV	18.723208	-73.51081	0.123	-0.434	smc116.1	138	16.98	16.85	0.52576	
73	2dFS3129	B1-5IV	18.928875	-72.37969	1.313	0.462	smc118.1	5415	17.01	16.89	0.92796	
74	2dFS3399	B1-5IV	19.879667	-73.13361	1.000	1.387	smc121.5	95	16.65	16.52	2.65044	
75	2dFS3521	B1-5IV	20.378208	-73.48389	0.861	1.728	smc121.7	2891	16.49	16.44	5.77272	
76	2dFS3560	B1-5IV	20.579417	-72.51133	0.481	1.035	smc120.4	104	16.78	16.63	6.22266	
77	2dFS3564	B1-5IV	20.602208	-72.86842	1.252	0.736	smc120.2	130	17.10	16.97	1.40390	
78	2dFS3509	B1-5Ib	20.336667	-73.09450	0.608	3.077	smc121.5	2605	14.75	14.55	22.12200	
79	2dFS0077	B1-5V	8.581000	-73.80417	0.483	0.297	smc133.3	390	17.57	17.47	4.77662	
80	2dFS0518	B1-5V	11.166500	-73.67783	0.645	0.213	smc128.4	18241	17.27	17.26	2.50440	
81	2dFS0352	B1-5V	14.374667	-72.08328	0.424	0.149	smc108.6	18662	16.51	16.44	3.36858	
82	2dFS2827	B1-5V	18.040042	-72.74986	1.228	1.601	smc115.7	10415	16.17	16.02	0.90270	
83	SMC5_053563	B1-5III	13.532917	-72.25144	0.907	0.671	smc108.7	218	17.28	17.11	2.02966	
84	flames1084;SMC5_075991	B1-5III	15.091363	-72.14558	1.089	2.844	smc108.3	14404	15.72	15.60	32.56880	
85	NGC330-051;SMC5_082766;2dFS1276	B1-5V	14.490375	-72.45293	0.682	1.104	smc105.4	19204	15.62	15.55	11.81150	
86	NGC346-013;SMC5_072124	B1:	14.876500	-72.15266	0.629	-0.460	smc108.3	14355	14.75	99.99	4.20390	SB2 <sup>1</sup>
87	flames1054;SMC5_006155	B1III	15.026842	-72.15678	0.323	-1.125	smc108.2	46301	15.49	15.31	1.95538	SB1 <sup>2</sup>
88	NGC346-038;SMC5_079698	B1V	14.713875	-72.08618	1.702	1.746	smc108.3	6528	15.47	15.24	1.52298	
89	flames1196;SMC5_023834	B1V	14.802525	-72.29011	0.092	-0.666	smc108.2	8131	16.63	16.45	1.87791	SB1 <sup>2</sup>
90	NGC346-035;SMC5_001453;2dFS1418	B1V	14.944208	-72.09235	1.281	0.572	smc108.3	14382	15.26	15.09	3.75324	SB2 <sup>1</sup>
91	SMC5_015429	B1Ve	13.890208	-72.44164	0.375	-0.269	smc108.8	17591	17.41	17.48	1.95718	
92	flames1029;SMC5_001498	B2-5III	14.949467	-72.08077	0.743	0.108	smc108.3	39645	15.04	14.88	1.39538	
93	flames1122;SMC5_053817	B2-5III	14.958767	-72.24475	0.243	-0.532	smc108.2	16214	16.09	16.02	3.55494	SB <sup>3</sup>
94	2dFS3368	B2III	19.764458	-73.28083	1.385	1.473	smc121.6	50	15.50	15.40	3.95750	
95	NGC346-085;SMC5_030007	B2III	14.408125	-72.17049	0.074	-0.584	smc108.2	30403	15.99	15.82	2.57408	SB1 <sup>1</sup>
96	2dFS3361	B2IV	19.743875	-72.75589	0.274	-0.136	smc120.7	4952	16.09	15.95	3.49255	
97	flames1175;SMC5_027763	B2V	14.334471	-72.21558	0.484	-0.216	smc108.7	49913	16.46	16.31	1.14976	
98	flames1014;SMC5_006463	B3Ib	14.988021	-72.13126	1.784	3.996	smc108.3	14365	14.44	14.38	49.22230	SB <sup>2</sup>
99	2dFS3495	B3-5III	20.258375	-72.34086	0.647	-0.685	smc123.1	32	16.09	15.99	2.42394	
100	2dFS0500	B3-5V	11.058000	-73.69681	0.131	-0.676	smc128.4	18662	17.64	17.64	3.07946	

Table 1—Continued

#	Star Name	Spectral Type	R.A. (J2000)	Dec. (J2000)	Skewness	Kurtosis	OGLE-III Field	Database Number	<I>	<V>	Period (days)	Note
101	NGC330-079;SMC5_037369	B3III	13.968375	-72.43648	0.311	0.088	smc108.8	17533	16.18	16.07	6.55191	
102	2dFS0909	B5II	13.267250	-73.66633	0.152	-0.887	smc103.3	8911	15.22	15.24	7.41970	
103	2dFS2950	B8-A0III	18.384167	-73.89856	0.515	-0.442	smc117.6	5502	17.91	17.93	1.38704	
104	2dFS2838	B8-III	18.083583	-73.47872	1.725	2.421	smc116.7	9732	17.12	17.06	2.03840	
105	2dFS1036	B8Ile?	13.747708	-72.14592	0.739	-0.160	smc108.6	5879	15.17	15.24	13.60490	
106	2dFS0275	B9-III	9.908833	-73.89717	0.924	0.018	smc128.6	1180	17.44	17.45	0.98220	
107	AzV465	Bpec	17.957500	-72.73558	0.713	1.827	smc115.6	10187	15.20	15.01	8.42400	
108	2dFS2348	F0	16.983417	-73.56183	0.746	0.276	smc111.1	8622	14.94	15.47	143.03700	

<sup>1</sup>Evans et al. (2006)<sup>2</sup>Hunter et al. (in preparation)



Table 2. KNOWN BINARIES IN THE SMC

#	Star Name	Spectral Type	R.A. (J2000)	Dec. (J2000)	Skewness	Kurtosis	OGLE-III Field	Database Number	<I>	<V>	Ref. <sup>a</sup>	Period (days)	Note
1	SMC-WR7;AzV336a	WN4+O6I(f)	15.899708	-72.05611	0.103	-0.725	smc113.6	33347	13.34	13.21	N02	19.56050	SB2
2	OGLE-td9175323	O6.5+O5III(f)	15.838625	-72.09383	0.340	-1.248	smc113.6	11293	13.82	13.60	H03	2.20610	
3	2dFS0610	O7-8V	11.667458	-73.52136	1.747	2.671	smc103.5	58	15.66	15.52	W04	3.32088	
4	OGLE-PSFid8209964	O8+O9	15.066875	-72.21219	0.606	-0.584	smc108.2	46275	14.54	14.40	H05	3.31475	
5	OGLE-PSFid5243188	O8.5+O9-B0	12.828250	-73.50439	1.211	0.276	smc103.4	7254	15.13	14.95	H05	1.87174	
6	2dFS1749	O8.5V	15.808500	-72.41864	1.345	1.220	smc113.8	11741	14.74	14.55	W04	1.16696	
7	OGLE-PSFid9010098	O9+B0	15.220417	-72.79683	0.690	-0.871	smc105.2	32093	15.67	15.45	H05	1.11208	
8	OGLE-PSFid5095194	O9+O9	12.460083	-73.32544	1.252	1.343	smc100.8	52871	14.63	14.55	H05	3.18742	
9	OGLE-td5316725	O9+O9	12.774792	-72.68242	0.979	-0.245	smc101.2	7084	14.85	14.68	H03	2.55608	
10	OGLE-PSFid5305884	O9+O9	12.834042	-72.82858	1.103	0.378	smc101.1	7769	14.20	14.05	H05	2.17639	
11	AzV73;2dFS0764;OGLE-td5202153	O9.5+B0.5	12.616375	-73.05461	1.286	0.666	smc100.3	37009	14.43	14.23	H03	4.60677	
12	AzV109;2dFS05050;OGLE-td6077224	O9.5+B0.5	12.958875	-72.65642	0.404	-0.978	smc101.2	7077	14.11	13.95	H03	3.82097	
13	OGLE-PSFid7066175;HV1620;2dFS1003	O9.5+B0.5-1	13.659250	-72.53506	1.048	0.048	smc105.5	28	14.52	14.52	H05	3.62638	
14	OGLE-td7243913	O9.5+B1.5	14.234750	-72.81844	1.063	0.046	smc105.7	46210	14.99	14.84	H03	2.63158	
15	AzV6;2dFS002	O9III	11.325833	-73.25656	0.920	-0.161	smc125.3	25019	13.96	13.77	G05	1.00282	
16	2dFS004	O9V	11.377958	-73.05811	2.009	4.225	smc125.4	51099	15.53	15.40	W04	1.91835	
17	flames1040;SMC5_004730	early B + early B	14.455288	-72.28202	1.598	2.235	smc108.2	28	15.13	14.99	F07	5.24174	SB <sup>2</sup>
18	OGLE-PSFid6011141	B0+B0-1	13.016500	-73.31369	0.673	-0.788	smc100.1	36237	16.00	15.90	H05	1.17737	
19	OGLE-PSFid4056804	B0+B0-2	11.638083	-73.37139	0.966	-0.290	smc100.8	84	15.93	15.96	H05	1.08987	
20	OGLE-PSFid5300549	B0+B0-2	12.848208	-72.87336	0.755	-0.692	smc100.4	45229	15.94	15.84	H05	1.33167	
21	OGLE-PSFid5311566	B0+B0-3	12.895208	-72.76275	3.215	10.137	smc101.1	39436	16.10	15.90	H05	3.29139	
22	OGLE-td5038089	B0+B0-2	12.287708	-73.10192	2.001	3.320	smc100.6	15088	15.30	15.15	H03	2.38942	
23	OGLE-PSFid7142073	B0+B0.5-1.5	13.976833	-72.46903	1.204	0.247	smc105.5	37321	15.19	15.08	H05	3.18871	
24	OGLE-PSFid5060548	B0+B0.5-2	12.147500	-72.88236	0.669	-0.558	smc100.5	44330	14.68	14.53	H05	3.63863	
25	OGLE-PSFid6311225	B0+B0.5-2	13.508333	-72.70600	0.677	-0.766	smc105.6	60	15.56	15.37	H05	1.84606	
26	2dFS5100	B0-3III	14.900875	-72.26569	0.574	-0.840	smc108.2	16130	14.89	14.70	W04	1.94866	
27	2dFS0710	B0-5II	12.260208	-73.46342	1.396	2.193	smc103.5	38097	14.24	14.11	U98	2.44724	
28	2dFS2462	B0-5II	17.190917	-72.52269	2.920	10.098	smc110.4	10294	15.01	14.82	W04	3.04042	
29	2dFS1711	B0-5III	15.721708	-72.42978	1.834	2.690	smc113.8	6193	15.60	15.45	W04	1.30856	
30	2dFS0548	B0-5IV	11.292875	-73.42958	2.178	4.149	smc125.2	13437	16.76	16.72	F07	2.78140	
31	2dFS0884	B0-5IV	13.183208	-72.30231	2.001	4.262	smc101.4	25542	16.61	16.50	F07	2.29674	
32	2dFS1228	B0-5IV	14.360458	-72.61272	3.275	10.641	smc105.6	45413	16.31	16.16	F07	4.33022	
33	2dFS2402	B0-5IV	17.088750	-72.28244	2.476	5.568	smc113.2	12998	16.24	16.02	W04	2.26158	
34	2dFS2475	B0-5IV	17.220167	-72.31017	0.637	-0.266	smc113.1	31623	16.44	16.30	W04	1.45114	
35	2dFS1950	B0-5V	16.246917	-72.42461	1.647	3.742	smc113.8	17359	17.13	16.96	W04	2.77222	
36	OGLE-td6158118	B0.2+B1	13.080333	-72.69769	0.932	-0.098	smc101.2	14320	15.14	15.04	H03	2.57831	
37	OGLE-PSFid4103706	B0.5+B0-1	11.856250	-73.45464	1.452	0.877	smc103.5	30111	15.49	15.26	H05	1.35589	
38	OGLE-PSFid6180084	B0.5+B0-2	13.426750	-73.38886	1.201	0.204	smc100.1	22250	15.81	15.80	H05	1.47523	
39	AzV144;2dFS068	B0.5+B0.5	13.389000	-72.94014	1.326	0.379	smc100.4	29363	14.21	14.02	H03	3.94604	
40	OGLE-td1157855	B0.5+B1	16.881000	-72.33136	0.761	-0.537	smc113.1	26582	16.06	15.85	H03	1.29694	
41	OGLE-PSFid1099121	B0.5+B1-3	9.716583	-73.57589	1.594	2.012	smc125.8	112	16.48	16.34	H05	2.45890	
42	OGLE-td1130116	B0.5+B2	16.603583	-72.21342	1.228	0.357	smc113.2	20640	15.11	14.89	H03	2.95430	
43	flames1101;SMC5_028846	B0.5:	14.812408	-72.19310	2.998	10.102	smc108.2	37672	15.92	15.78	W04	3.10436	
44	flames1097;SMC5_006928	B0.5:+early B	14.601738	-72.09236	1.891	2.722	smc108.3	109	16.05	15.81	S07	1.47112	SB <sup>2</sup>
45	AzV204;2dFS1305	B0.5III	14.591625	-72.58792	0.649	-0.437	smc105.4	16	14.50	14.47	W04	5.84505	
46	2dFS2283	B0.5IV	16.839792	-72.20733	1.338	1.370	smc113.2	24785	14.87	14.60	F07	2.04490	
47	2dFS0757	B0.5V	12.577125	-72.64892	0.976	-0.312	smc101.2	20	15.26	15.10	F07	1.83988	
48	NGC330-030;SMC5_D20391	B0.5V	14.098250	-72.35637	1.644	1.566	smc108.8	50687	15.15	14.99	F07	2.32008	SB <sup>1</sup>
49	NGC330-055;SMC5_D12510	B0.5V	14.205167	-72.49138	0.519	1.002	smc105.5	37411	15.85	15.67	W04	4.64620	
50	2dFS2090	B0.5V	16.490167	-72.19814	0.615	0.546	smc113.2	16414	15.27	15.01	F07	1.42005	

Table 2—Continued

#	Star Name	Spectral Type	R.A. (J2000)	Dec. (J2000)	Skewness	Kurtosis	OGLE-III Field	Database Number	<I>	<V>	Ref. <sup>a</sup>	Period (days)	Note
51	AzV44	B0IIWW	12.197625	-73.41650	0.913	-0.412	smc100.8	14628	13.90	13.68	W04	1.84073	
52	2dFS0498	B0IV	11.036000	-73.23811	2.881	7.994	smc125.3	41165	14.52	14.39	W04	6.05254	
53	2dFS0664	B0IV	11.959708	-73.38819	0.369	-1.200	smc100.8	6977	14.83	14.82	W04	3.09590	
54	2dFS2016	B0IV	16.359667	-72.58969	0.837	-0.196	smc110.5	13727	15.01	14.81	F07	1.97846	
55	OGLE-PSFid4163552	B1+B0-3	11.971833	-73.26569	1.361	0.634	smc100.7	8615	15.88	15.88	H05	1.54581	
56	OGLE-PSFid9064498;2dFS1552	B1+B0.5-2	15.321917	-72.70892	0.769	-0.089	smc105.3	17085	16.29	16.16	H05	2.63512	
57	OGLE-PSFid4110409	B1+B0.5-3	11.750792	-73.31197	0.986	0.330	smc100.8	37150	15.95	15.97	H05	2.97315	
58	OGLE-PSFid5180064	B1+B1	12.686417	-73.29442	0.378	-0.220	smc100.1	27779	15.97	15.81	H05	2.51491	
59	OGLE-PSFid7120044	B1+B1	13.881542	-72.71883	0.925	-0.426	smc105.6	7380	15.83	15.69	H05	1.31081	
60	OGLE-PSFid5255984	B1+B1-2	12.873417	-73.36047	1.231	0.473	smc100.1	36154	16.26	16.16	H05	1.29737	
61	OGLE-PSFid6221543	B1+B1-2	13.418333	-72.87278	3.277	11.186	smc100.4	62971	16.07	15.92	H05	3.41678	
62	OGLE-PSFid6319960	B1+B1-2	13.521917	-72.57389	0.794	-0.285	smc105.5	42	15.31	15.16	H05	4.05690	
63	OGLE-PSFid7193779	B1+B1-2	14.090833	-72.61714	0.904	-0.397	smc105.6	39599	16.24	16.10	H05	1.67293	
64	OGLE-PSFid7189660	B1+B1-2	14.155417	-72.69536	1.262	0.480	smc105.6	14559	16.33	16.20	H05	1.66784	
65	OGLE-PSFid8104222	B1+B1-2	14.604500	-72.31939	1.599	1.328	smc108.1	28073	16.14	16.02	H05	1.56972	
66	OGLE-PSFid8087175	B1+B1-2	14.629083	-72.65383	1.076	0.020	smc105.3	23130	16.33	16.20	H05	1.10226	
67	OGLE-PSFid9047454	B1+B1-2	15.216833	-72.11819	1.212	0.557	smc108.3	21587	16.07	15.90	H05	1.57397	
68	OGLE-PSFid5026631	B1+B1-3	12.249333	-73.22467	0.632	-0.724	smc100.7	17296	16.28	16.17	H05	1.41169	
69	OGLE-PSFid6152981	B1+B1-3	13.174500	-72.77289	1.437	0.843	smc101.1	46849	15.88	15.68	H05	2.00334	
70	OGLE-PSFid5208049	B1+B1-5	12.687500	-72.97900	1.015	0.103	smc100.4	149	16.15	16.11	H05	3.02982	
71	OGLE-PSFid5277080	B1+B2	12.798667	-73.08897	1.170	0.335	smc100.3	9395	16.16	15.99	H05	1.93934	
72	2dFS1392	B1-2IV	14.869750	-72.72986	0.931	-0.418	smc105.3	5910	15.66	15.52	W04	1.09874	
73	NGC330-088;SMC5_009618	B1-3	13.985542	-72.54055	1.246	1.399	smc105.5	13044	16.33	16.25	W04	4.83456	
74	AzV216;2dFS1356	B1-3II	14.746417	-72.74283	0.894	0.004	smc105.3	5849	14.46	14.28	W04	1.83586	
75	2dFS3689	B1-3III	21.132542	-73.36356	1.449	1.045	smc121.2	1792	15.57	15.36	S07	1.90096	
76	flames1184;SMC5_077871	B1-3V	15.039746	-72.20555	1.545	1.701	smc108.2	46363	16.59	16.49	W04	2.50267	
77	2dFS5003	B1-5II	11.371958	-73.16858	0.317	-0.899	smc125.4	22509	14.84	14.75	W04	3.86802	
78	2dFS0683	B1-5II	12.108083	-73.54086	0.806	0.107	smc103.5	11584	14.83	14.81	W04	3.13818	
79	2dFS0950	B1-5II	13.431625	-72.26686	1.285	3.970	smc101.4	29354	14.99	14.81	F07	10.92528	
80	2dFS1018	B1-5II	13.710125	-72.30219	0.903	0.962	smc108.7	7498	15.06	14.77	F07	6.29722	
81	2dFS3207	B1-5II	19.168500	-72.67406	1.520	1.397	smc115.3	6635	15.49	15.26	S07	3.21272	
82	2dFS0279	B1-5III	9.942542	-73.59069	1.352	0.808	smc125.8	4131	16.60	16.47	W04	1.97798	
83	2dFS1131	B1-5III	14.047958	-72.74472	0.546	1.558	smc105.6	14423	16.00	16.12	F07	2.62058	
84	2dFS1863	B1-5III	16.056042	-72.32400	1.160	0.200	smc113.8	39691	16.39	16.32	F07	1.58936	
85	2dFS2473	B1-5III	17.211292	-72.29050	1.647	2.196	smc113.2	13010	15.58	15.44	W04	2.88690	
86	2dFS0413	B1-5IV	10.566458	-73.40903	1.395	2.272	smc125.2	115	16.69	16.73	W04	6.33214	
87	OGLE-PSFid5140701	B1.5+B2	12.429500	-72.85250	1.382	0.865	smc100.5	50972	15.38	15.30	H05	3.62544	
88	OGLE-PSFid6251047	B1.5+B3	13.433542	-72.52333	1.514	1.376	smc101.3	18156	16.31	16.22	H05	2.51323	
89	NGC330-033;SMC5_079846;2dFS5094	B1.5V	14.293833	-72.50116	2.960	14.084	smc105.5	44972	15.13	15.01	W04	23.09422	
90	NGC346-052;SMC5_000921	B1.5V	14.531208	-72.26333	0.910	-0.521	smc108.2	48	15.41	15.20	W04	1.41717	SB1 <sup>1</sup>
91	AzV196;2dFS1271	B1II	14.474375	-72.46211	0.255	-0.726	smc105.4	19178	14.07	14.08	IT4	10.83864	
92	SMC5_D04534	B2III	13.918083	-72.29747	0.984	0.466	smc108.7	14909	16.35	16.34	F07	4.05132	
93	NGC346-105;SMC5_069135	B2III	14.618667	-72.20952	1.473	1.785	smc108.2	30456	16.14	16.08	W04	3.61513	SB1 <sup>1</sup>
94	2dFS0645	B3-5III	11.848417	-72.43575	0.666	-0.246	smc101.6	20097	17.07	17.02	F07	2.31146	
95	2dFS0814	B3-5III	12.920417	-72.88075	1.656	3.730	smc100.4	45255	15.91	15.86	W04	6.17754	
96	SMC5_D03809	B3III	13.336958	-72.36681	0.401	-0.143	smc101.4	13427	17.87	17.86	F07	1.76341	
97	2dFS1895	B3III	16.125083	-72.39131	0.664	-0.371	smc113.8	17247	15.89	15.79	F07	3.50982	
98	flames1246;SMC5_038447	B3V	14.978329	-72.25732	1.001	-0.169	smc108.2	16321	16.98	16.83	W04	1.21785	SB1 <sup>2</sup>
99	2dFS1323	B8-A0III	14.643167	-73.03008	0.870	-0.232	smc105.1	1019	18.48	18.46	W04	0.57284	
100	2dFS0296	B8III	10.025208	-73.85131	4.756	29.887	smc128.6	11042	15.62	15.89	S07	66.90880	

Table 2—Continued

#	Star Name	Spectral Type	R.A. (J2000)	Dec. (J2000)	Skewness	Kurtosis	OGLE-III Field	Database Number	<I>	<V>	Ref. <sup>a</sup>	Period (days)	Note
101	2dFS0142	A2Ib	9.090292	-73.43636	0.885	0.112	smc130.2	9346	14.50	14.74	W04	60.37103	
102	2dFS1636	AFA2kF5	15.542375	-72.39850	0.806	-0.117	smc113.8	6168	15.23	15.30	F07	30.10140	
103	SMC3-4	F5Ie+G0I	11.640667	-73.20119	0.967	0.765	smc100.7	34803	13.63	14.03	M06	184.23550	

<sup>a</sup>Reference key: (W04) Wyrzykowski et al. (2004), (F07) Faccioli et al. (2007), (N02) Niemela et al. (2002), (U98) Udalski et al. (1998), (G05) Groenewegen (2005), (H03) Harries et al. (2003), (H05) Hilditch et al. (2005), (B02) Bayne et al. (2002), (S09) Samus et al. (2009), (M06) Mennickent et al. (2006)

<sup>1</sup>Evans et al. (2006)

<sup>2</sup>Hunter et al. (in preparation)

Table 3. ELLIPSOIDAL VARIABLES / OVERCONTACT BINARIES

#	Star Name	Spectral Type	R.A. (J2000)	Dec. (J2000)	OGLE-III Field	Database Number	<I>	<V>	Period (days)	Note
1	AzV387;2dFS2050	O9.5III	16.416458	-72.26822	smc113.2	8	14.11	13.87	2.97209	
2	2dFS0300	B0.5IV	10.037958	-73.64939	smc128.5	15134	16.63	16.44	2.36890	W04
3	2dFS2455	B0.5IV	17.176375	-72.32797	smc113.1	31538	16.02	15.94	3.52862	W04
4	2dFS0010	B0.5V	7.349375	-73.73997	smc138.4	5904	17.32	17.30	3.56188	
5	2dFS1421	B0.5V	14.956333	-72.54781	smc105.4	5344	16.49	16.40	1.32020	
6	2dFS2295	B0.5V	16.875167	-73.43469	smc111.2	2145	16.56	16.51	4.32656	
7	2dFS2959	B0.5V	18.426875	-72.63375	smc115.3	162	16.86	16.67	0.85629	
8	2dFS3304	B0.5V	19.517333	-72.65019	smc120.6	146	16.80	16.68	1.06236	
9	2dFS3699	B0.5V	21.167417	-73.68592	smc122.4	121	17.04	16.94	1.29940	
10	flames1091;SMC5_090262	B0.5:+B0.5:	15.069371	-72.22224	smc108.2	46366	15.84	15.65	1.45546	SB2 <sup>1</sup>
11	flames1069;SMC5_023472	B0:+B0.5:	14.588317	-72.29633	smc108.2	60	15.62	15.41	1.12650	SB2 <sup>1</sup>
12	AzV389	B0II	16.433333	-72.24458	smc113.2	9	13.91	13.65	4.14622	
13	AzV451;2dFS2669	B0III	17.608583	-72.39139	smc118.8	29	14.18	14.01	2.09752	
14	NMC31;MPG332;flames1049;SMC5_082603	B0V	14.745329	-72.17743	smc108.2	37516	15.35	15.16	1.47494	SB2 <sup>1</sup>
15	2dFS1122	B1-2III	14.019750	-72.25944	smc108.7	14884	15.23	15.11	3.29518	
16	flames1188;SMC5_006462	B1-2V	14.872517	-72.13182	smc108.3	14408	16.50	16.45	1.13686	SB2 <sup>1</sup>
17	2dFS2335	B1-3IV	16.951708	-73.01614	smc110.1	5710	16.29	16.13	1.08760	
18	2dFS0431	B1-3V	10.692292	-73.72581	smc128.4	420	16.81	16.73	2.40626	
19	2dFS0858	B1-3V	13.083417	-73.77208	smc103.2	20078	16.57	16.42	1.03578	
20	2dFS0408	B1-5III	10.552625	-73.68908	smc128.4	137	16.08	15.93	2.03852	
21	2dFS0663	B1-5III	11.950500	-73.07514	smc100.6	7209	15.76	15.60	1.32430	W04
22	2dFS1908	B1-5III	16.153333	-72.82228	smc110.7	9217	16.03	15.91	2.65471	W04
23	2dFS2471	B1-5III	17.210083	-72.56075	smc110.4	10309	15.57	15.48	5.21094	W04
24	2dFS2568	B1-5III	17.376958	-72.35958	smc118.8	282	16.20	16.03	1.50496	
25	2dFS2686	B1-5III	17.650583	-73.07647	smc116.5	121	16.46	16.30	1.66658	
26	2dFS3102	B1-5III	18.879875	-73.19708	smc116.3	148	16.41	16.28	1.54380	
27	2dFS3525	B1-5III	20.384042	-73.21733	smc121.6	2888	15.66	15.51	3.19576	
28	2dFS3641	B1-5III	20.932375	-73.20436	smc121.3	31	15.84	15.65	0.82012	
29	2dFS0320	B1-5IV	10.118792	-73.63264	smc128.5	15191	17.00	16.93	1.84246	W04
30	MPG318;flames1181;SMC5_055334	B1V	14.738092	-72.20695	smc108.2	37609	16.39	16.38	2.53296	SB1 <sup>1</sup>
31	MPG781;flames1241;SMC5_005740	B1V	14.876888	-72.19324	smc108.2	46390	16.82	16.65	0.70363	SB1 <sup>1</sup>
32	SMC5_050662	B1.5III	14.123500	-72.33119	smc108.8	50755	16.34	16.25	1.67489	D08, U98
33	AzV425	B2.5III	16.934875	-72.46989	smc110.4	19755	15.02	14.83	5.55335	
34	2dFS3377	B2.5III	19.796833	-73.04892	smc121.5	34	15.49	15.38	2.16983	
35	flames1145;SMC5_000971	B2.5V	14.959658	-72.24695	smc108.2	16215	16.33	16.22	3.12081	W04
36	NGC330-092;SMC5_002411	B3:	14.453125	-72.50536	smc105.5	45127	16.44	16.33	1.55270	W04
37	SMC5_016461	B3II/IIIe	13.956746	-72.42429	smc108.8	17454	14.37	14.64	54.33700	SB1-2? <sup>2</sup> , S09
38	2dFS0467	B3III	10.863708	-73.33542	smc125.2	34700	16.39	16.29	2.96808	U98
39	SMC5_191509	B3III	13.542242	-72.22908	smc108.7	30183	17.14	17.07	3.66867	
40	2dFS1331	B8IIe	14.675708	-73.78636	smc107.3	63	16.02	16.33	11.83676	
41	2dFS2138	B9II	16.572292	-72.44689	smc113.1	4773	15.04	15.42	99.86290	
42	2dFS0951	A7Ib	13.433292	-73.27028	smc100.2	24791	15.43	15.98	62.91398	W04
43	SMC3-1	A7-F5e	10.903792	-73.44381	smc125.2	6118	13.83	14.16	238.07392	M10

Note. — Reference keys: (W04) Wyrzykowski et al. (2004), (D08) Diago et al. (2008), (U98) Udalski et al. (1998), (M10) Mennickent et al. (2010)

<sup>1</sup>Hunter et al. (in prep.)

<sup>2</sup>Martayan et al. (2007)



Table 4. KNOWN CEPHEIDS IN THE SMC

#	Star Name	Spectral Type	R.A. (J2000)	Dec. (J2000)	Skewness	Kurtosis	OGLE-III Field	Database Number	<I>	<V>	Period (days)
1	2dFS1914	A0II	16.165833	-72.31958	-0.227	-1.049	smc113.8	39669	15.45	16.12	3.33206
2	2dFS1719	A2Ib	15.737167	-73.41747	0.087	-1.341	smc111.7	58	15.51	16.26	5.19790
3	2dFS1269	A3Ib	14.467083	-74.10453	-0.103	-1.429	smc107.8	8007	16.75	17.17	1.08680
4	2dFS2327	A3Ib	16.936458	-73.19008	-0.048	-1.400	smc111.3	12630	16.22	16.74	1.54276
5	2dFS2460	A3Ib	17.185833	-72.69247	-0.316	-1.027	smc110.3	10311	15.63	16.45	3.71093
6	2dFS0667	A3II	11.973833	-72.83844	0.124	-1.033	smc100.5	37708	15.98	16.41	3.28218
7	2dFS0960	A3II	13.460917	-74.02661	-0.526	-0.817	smc103.1	7083	16.11	16.80	2.70204
8	2dFS1403	A3II	14.898833	-73.05503	-0.428	-1.044	smc106.4	28330	17.04	17.66	0.68047
9	2dFS2333	A3II	16.990958	-73.30878	-0.462	-0.895	smc111.3	3080	16.50	17.02	1.85038
10	2dFS2798	A3II	17.949542	-73.80639	-0.242	-1.356	smc117.6	60	16.14	16.60	1.16792
11	2dFS2928	A3II	18.324292	-72.99814	-0.694	-0.499	smc115.8	10733	16.44	17.10	1.84748
12	2dFS3591	A3II	20.715542	-72.95078	-0.497	-1.057	smc120.1	74	16.54	17.01	0.83045
13	2dFS1289	A5Iab	14.527792	-72.61947	-0.113	-1.131	smc105.3	23070	16.46	17.07	1.37281
14	2dFS3281	A5Ib	19.465792	-72.52272	-0.381	-1.146	smc120.5	58	16.66	17.12	0.87037
15	2dFS0099	A5II	8.709375	-73.06400	-0.296	-1.276	smc130.4	179	16.81	17.21	0.88436
16	2dFS0160	A5II	9.224375	-73.22575	-0.291	-1.304	smc130.3	8922	16.77	17.30	0.97842
17	2dFS1012	A5II	13.693333	-73.50531	-0.126	-1.358	smc106.8	20196	15.85	16.39	1.79636
18	2dFS1600	A5II	15.450917	-72.49894	-0.303	-1.090	smc110.5	18183	15.38	15.99	3.34985
19	2dFS1672	A5II	15.647667	-73.31583	-0.042	-0.644	smc111.6	47	16.08	16.38	1.70136
20	2dFS1884	A5II	16.097208	-72.41397	-0.047	-1.413	smc113.8	17238	15.79	16.32	1.72862
21	2dFS2927	A5II	18.323542	-72.46269	-0.213	-1.067	smc115.5	9222	16.14	16.86	2.37126
22	2dFS2426	A5II	19.219333	-72.83347	-0.299	-1.263	smc115.2	6114	16.58	17.09	0.94716
23	2dFS3487	A7Ia	20.213708	-72.50608	-0.045	-1.245	smc120.5	4615	14.99	15.77	4.70373
24	2dFS2634	A7Ib	17.540833	-73.71350	-0.065	-1.417	smc112.4	7880	15.99	16.33	1.37445
25	2dFS3237	A7Ib	19.283583	-72.33464	0.016	-1.476	smc123.8	41	15.69	16.25	1.72572
26	2dFS0623	A7II	11.725167	-72.97903	0.064	-0.816	smc100.5	212	16.93	17.36	0.62868
27	2dFS1520	A7II	15.236958	-72.94400	-0.333	-1.330	smc105.1	33471	16.32	16.81	1.03852
28	2dFS1795	A7II	15.902042	-72.64967	-0.643	-0.842	smc110.6	22394	16.02	16.65	2.46552
29	2dFS2426	A7II	17.122917	-74.05119	-0.036	-1.394	smc112.2	97	16.04	16.58	1.62734
30	2dFS2850	A7II	18.107000	-72.39633	0.038	-1.317	smc118.8	9812	15.69	16.21	1.68722
31	2dFS2873	A7II	18.176625	-72.32550	0.034	-1.476	smc118.1	31	15.35	15.92	2.19681
32	2dFS3021	A7II	18.642833	-72.23308	-0.049	-1.430	smc118.2	97	15.41	15.98	2.26090
33	2dFS3114	AF[F2V+sd B?]	18.910500	-73.07703	0.233	-1.249	smc116.4	17	14.70	15.46	6.61304
34	2dFS0833	AF[F6III(Fe-1.0)]	12.995042	-73.95719	-0.048	-1.331	smc103.1	2771	16.19	16.89	2.35800
35	2dFS2145	AF[F6III(Fe-1.0)]	16.578875	-74.11272	-0.097	-1.253	smc112.8	6955	14.95	15.56	5.04876
36	2dFS2945	AF[kF0IhF2mF2III]	18.370583	-72.66181	-0.350	-1.137	smc115.3	19	15.23	15.81	2.86960
37	2dFS1145	AFkF5	14.108792	-73.60819	-0.105	-1.451	smc106.8	10953	14.96	15.66	3.81767
38	2dFS0124	F0	8.895042	-73.15606	-0.023	-1.467	smc130.4	100	16.35	16.89	1.25899
39	2dFS0145	F0	9.123875	-73.11231	-0.013	-1.360	smc130.4	7750	16.54	17.24	1.54940
40	2dFS0244	F0	9.714958	-74.01478	-0.070	-1.318	smc128.7	50	15.01	15.68	4.12957
41	2dFS0479	F0	10.926625	-74.18000	0.169	-1.288	smc128.1	54	14.86	15.50	5.74794
42	2dFS0584	F0	11.488417	-73.57992	-0.050	-1.374	smc125.1	14666	15.50	16.15	2.62316
43	2dFS0622	F0	11.725042	-72.79667	-0.290	-1.385	smc101.8	218	16.43	16.98	1.22035
44	2dFS0643	F0	11.847125	-72.54950	-0.233	-1.144	smc101.6	3526	15.10	15.81	3.05585
45	2dFS0737	F0	12.421917	-72.66047	0.064	-1.350	smc101.7	16664	15.77	16.42	2.12829
46	2dFS0755	F0	12.570750	-72.60475	-0.414	-0.927	smc101.2	29926	16.49	17.14	1.90265
47	2dFS0824	F0	12.952292	-73.00967	0.419	-1.120	smc100.3	46268	14.84	15.63	6.92162
48	2dFS0857	F0	13.083375	-73.42847	-0.059	-1.434	smc100.1	15162	15.15	15.91	3.93874
49	2dFS0897	F0	13.242292	-73.80081	0.066	-1.382	smc103.2	20066	15.42	16.00	2.41718
50	2dFS0937	F0	13.377750	-72.20856	-0.027	-1.425	smc102.1	11620	14.40	15.09	7.68230
51	2dFS1008	F0	13.676708	-73.71614	-0.010	-0.724	smc107.5	270	16.58	16.96	0.62960
52	2dFS1067	F0	13.840917	-73.59372	-0.129	-1.336	smc106.8	5714	15.05	15.66	3.37001
53	2dFS1070	F0	13.847875	-73.62672	-0.387	-1.174	smc106.8	5716	15.40	16.05	3.00797
54	2dFS1184	F0	14.239833	-72.39983	-0.236	-0.898	smc108.8	26217	16.08	16.72	1.43184
55	2dFS1420	F0	14.953292	-73.48678	-0.597	-0.887	smc106.2	5486	16.87	17.55	1.54615
56	2dFS1461	F0	15.089125	-73.36222	-0.074	-1.434	smc106.2	30013	15.72	16.24	1.93375
57	2dFS1479	F0	15.133792	-73.89800	-0.119	-1.393	smc107.3	320	16.60	17.14	1.09859
58	2dFS1487	F0	15.152833	-72.51008	0.012	-1.387	smc105.4	28756	15.53	16.12	2.23153
59	2dFS1556	F0	15.326417	-72.22881	0.043	-1.366	smc108.2	53354	15.52	16.04	1.90766
60	2dFS1708	F0	15.710208	-73.51017	-0.000	-1.510	smc111.8	10878	15.86	16.38	1.52375
61	2dFS1726	F0	15.756625	-72.77197	0.187	-1.355	smc110.7	22303	14.73	15.45	6.91212
62	2dFS1817	F0	15.962750	-72.91989	-0.118	-0.711	smc110.8	23683	13.25	13.84	16.22071
63	2dFS1820	F0	15.971208	-73.04358	-0.052	-1.410	smc110.8	8266	15.18	15.80	2.69341
64	2dFS1833	F0	15.990917	-73.55583	-0.150	-1.045	smc111.8	14422	15.63	16.25	3.23456
65	2dFS1867	F0	16.058875	-72.54208	-0.089	-1.373	smc110.5	9489	16.03	16.66	1.95602
66	2dFS1906	F0	16.148292	-72.32203	0.228	-1.277	smc113.8	39644	14.57	15.33	6.35885

Table 4—Continued

#	Star Name	Spectral Type	R.A. (J2000)	Dec. (J2000)	Skewness	Kurtosis	OGLE-III Field	Database Number	<I>	<V>	Period (days)
67	2dFS1969	F0	16.278917	-73.74161	-0.068	-1.276	smc112.5	12627	14.95	15.56	3.34277
68	2dFS1975	F0	16.294875	-73.51475	-0.390	-0.958	smc111.8	20430	16.03	16.71	2.57094
69	2dFS2010	F0	16.348875	-73.85206	-0.093	-1.410	smc112.6	9392	15.57	16.13	2.08922
70	2dFS2015	F0	16.359167	-73.86864	-0.033	-1.439	smc112.6	9394	15.34	15.94	2.43240
71	2dFS2136	F0	16.566208	-74.01069	-0.174	-1.399	smc112.7	8648	15.95	16.48	1.40818
72	2dFS2167	F0	16.613500	-73.74964	-0.211	-1.375	smc112.5	12749	16.24	16.80	1.46761
73	2dFS2223	F0	16.718333	-73.41114	0.033	-1.179	smc111.2	7423	15.99	16.60	1.62399
74	2dFS2225	F0	16.721583	-72.58442	-0.217	-0.996	smc110.4	3573	15.60	16.26	3.09937
75	2dFS2229	F0	16.735042	-72.30117	-0.054	-1.200	smc113.2	4460	14.80	15.46	5.24837
76	2dFS2242	F0	16.764500	-74.00397	-0.369	-1.190	smc112.2	131	16.33	17.06	0.95463
77	2dFS2256	F0	16.781833	-72.81600	-0.242	-1.209	smc110.2	18614	15.33	16.00	3.05302
78	2dFS2306	F0	16.897625	-72.72886	-0.484	-0.939	smc110.3	3514	16.06	16.70	2.61809
79	2dFS2422	F0	17.114833	-73.86244	-0.198	-1.407	smc112.3	122	15.66	16.24	1.67221
80	2dFS2458	F0	17.182958	-72.51142	0.134	-1.330	smc110.4	23080	15.54	16.16	2.19434
81	2dFS2607	F0	17.462917	-72.89269	0.035	-1.521	smc115.7	95	15.76	16.44	2.26624
82	2dFS2622	F0	17.501792	-73.20775	-0.078	-1.175	smc111.3	18380	16.13	16.70	1.57370
83	2dFS2637	F0	17.547250	-73.37358	-0.667	-0.605	smc116.7	86	16.21	16.87	2.16011
84	2dFS2643	F0	17.557792	-72.72425	-0.116	-1.470	smc115.6	128	15.75	16.36	1.79354
85	2dFS2706	F0	17.709500	-73.01758	-0.003	-1.426	smc115.8	132	15.74	16.32	1.72168
86	2dFS2819	F0	18.021667	-72.88614	-0.002	-1.399	smc115.7	10411	15.83	16.45	1.72338
87	2dFS2960	F0	18.427750	-73.48250	-0.306	-0.938	smc116.7	9689	16.02	16.55	2.28253
88	2dFS3123	F0	18.920208	-72.31014	-0.138	-1.419	smc118.1	5311	15.18	15.71	2.44020
89	2dFS3137	F0	18.955167	-72.23403	-0.763	-0.568	smc118.2	5265	16.86	17.47	1.32408
90	2dFS3244	F0	19.312042	-73.08056	-0.710	-0.612	smc116.4	7115	16.58	17.16	1.54063
91	2dFS3250	F0	19.322333	-72.94581	0.096	-1.125	smc115.1	5556	15.58	16.30	3.37732
92	2dFS3283	F0	19.471125	-73.62361	-0.177	-1.353	smc121.8	1	12.74	13.57	22.64280
93	2dFS3292	F0	19.498458	-72.97764	-0.218	-1.317	smc120.8	23	14.91	15.64	3.12992
94	2dFS0073	F5	8.541750	-73.16367	-0.425	-1.042	smc130.4	134	16.80	17.42	1.49961
95	2dFS0180	F5	9.371208	-73.96664	0.177	-1.118	smc133.2	6557	15.08	15.85	5.79450
96	2dFS0246	F5	9.738375	-73.81308	-0.427	-0.890	smc128.6	140	16.57	17.23	2.11320
97	2dFS1039	F5	13.762125	-72.14628	0.302	-1.328	smc108.6	5860	14.28	15.09	8.77345
98	2dFS1138	F5	14.067750	-72.35464	-0.171	-1.344	smc108.8	50682	15.05	15.70	3.13017
99	2dFS1155	F5	14.131917	-73.11250	-0.046	-1.463	smc106.5	15936	15.09	15.84	5.36201
100	2dFS1162	F5	14.157458	-72.28564	-0.062	-1.286	smc108.7	22301	13.79	14.70	14.59194
101	2dFS1218	F5	14.339167	-73.58078	-0.053	-1.115	smc106.8	15808	15.52	16.20	3.80857
102	2dFS1368	F5	14.796000	-73.03333	0.266	-1.367	smc105.1	5118	14.55	15.35	8.68219
103	2dFS1501	F5	15.183417	-73.07853	-0.069	-1.419	smc106.4	34264	14.75	15.50	2.12380
104	2dFS2022	F5	16.368250	-73.62733	0.245	-1.073	smc111.8	8665	15.29	16.08	4.70040
105	2dFS2087	F5	16.482250	-72.43925	0.037	-1.239	smc113.1	42	14.81	15.52	4.96764
106	2dFS2187	F5	16.647250	-72.97964	-0.272	-1.057	smc110.1	43	16.02	16.67	2.26164
107	2dFS2213	F5	16.690833	-73.27322	0.201	-1.431	smc111.3	3	13.53	14.29	15.96100
108	2dFS2329	F5	16.939875	-73.74186	-0.147	-1.038	smc112.4	9	13.79	14.54	11.98320
109	2dFS2373	F5	17.030083	-73.05747	-0.263	-0.929	smc111.4	12743	13.57	14.24	12.57707
110	2dFS2727	F5	17.762000	-73.69728	0.031	-1.215	smc117.5	14	15.32	15.99	3.75181
111	2dFS2924	F5	18.314917	-72.55167	-0.330	-1.003	smc115.5	9097	15.65	16.27	2.96886
112	2dFS3064	F5	18.764042	-72.68886	-0.511	-0.902	smc115.3	257	16.77	17.45	1.57874
113	2dFS3180	F5	19.059500	-72.91517	-0.355	-1.212	smc115.1	5600	16.44	17.03	0.86156
114	2dFS2125	F5:	16.547208	-73.15642	-0.246	-1.242	smc111.4	13	15.66	16.33	2.47587
115	2dFS1834	F8	15.998875	-72.67778	-0.119	-1.184	smc110.6	9883	15.90	16.61	2.93732
116	2dFS2276	F8	16.831375	-72.59839	-0.111	-1.015	smc110.3	15930	15.82	16.45	3.51589
117	2dFS2489	F8	17.240667	-72.85142	0.034	-1.138	smc110.2	12499	15.59	16.29	4.02751
118	2dFS3226	F8	19.243375	-73.71961	0.462	-1.206	smc117.4	8	13.07	14.06	25.43310
119	2dFS0934	F8:	13.367083	-73.41683	-0.044	-1.202	smc100.1	22240	15.46	16.24	3.73981
120	2dFS1594	F8:	15.447375	-73.12339	-0.049	-1.318	smc106.4	17259	15.71	16.50	3.59338
121	MPQ125,flames1103	F8I	14.643163	-72.15107	0.269	-1.365	smc108.3	6489	14.28	15.19	9.80705
122	2dFS0516	G0	11.158333	-73.13661	0.056	-1.313	smc125.4	14530	14.43	15.25	8.06069
123	2dFS2072	G0	16.465042	-72.89244	0.233	-1.202	smc110.2	31	15.29	16.13	5.01253
124	2dFS0336	G2	10.192542	-73.71703	0.595	-1.013	smc128.5	14803	13.09	14.09	28.43900



Table 5. SHORT PERIODIC STARS IN THE SMC

#	Star Name	Spectral Type	R.A. (J2000)	Dec. (J2000)	OGLE-III Field	Database Number	<I>	<V>	Period (days)	Note
1	AzV461;2dFS2772	O8V	17.856583	-72.16356	smc118.7	8480	14.89	14.65	0.90286	
2	2dFS1412	O9.5III	14.933875	-72.75817	smc105.2	26338	15.04	14.88	0.78622	
3	2dFS5047	O9.5V	12.795125	-72.80150	smc101.1	7787	14.98	14.83	1.40447	
4	MPG468	O9V	14.774917	-72.17486	smc108.2	37536	15.66	15.46	2.69108	
5	NGC330-077;SMC5_000166	B0-3(Be-Fe)	13.930083	-72.51361	smc105.5	31280	15.86	16.08	0.25829	W04
6	2dFS5070	B0-3III	13.408083	-72.50981	smc101.3	18041	15.31	15.15	0.68706	
7	2dFS0022	B0-5II	7.749292	-73.25556	smc130.6	29	14.73	14.80	0.85320	
8	2dFS2247	B0-5II	16.774750	-72.71592	smc110.3	3462	14.30	14.26	2.23920	
9	2dFS3194	B0-5III	19.115458	-73.29639	smc116.3	7016	16.04	16.08	0.66286	
10	2dFS0004	B0-5III	7.102458	-73.88650	smc138.3	5426	15.56	15.40	0.99758	
11	2dFS0594	B0-5III	11.557792	-73.74825	smc103.7	13275	16.06	16.16	0.72404	
12	2dFS0641	B0-5III	11.842208	-73.97347	smc103.8	2716	15.46	15.57	1.10959	
13	2dFS1831	B0-5III	15.994792	-72.53733	smc110.5	9433	15.28	15.11	1.63277	
14	2dFS1956	B0-5III	16.259792	-72.21258	smc113.7	40116	15.81	15.86	1.35047	
15	2dFS1998	B0-5III	16.325167	-73.74442	smc112.5	12702	16.21	16.08	1.38109	
16	2dFS3441	B0-5III	20.036250	-72.94836	smc120.8	4432	15.29	15.19	1.31947	
17	2dFS3714	B0-5III	21.218125	-73.39500	smc121.2	1797	15.81	15.83	0.80095	
18	2dFS1548	B0-5IIIe	15.309000	-72.11675	smc108.3	21611	16.43	16.54	0.31106	
19	2dFS2832	B0-5IIIe	18.058750	-73.14508	smc116.5	11818	15.85	15.87	1.04500	
20	2dFS1178	B0-5IV	14.220583	-73.57036	smc106.8	11086	16.75	16.68	1.00156	
21	2dFS1808	B0-5IV	15.941208	-72.84475	smc110.7	9228	16.63	16.46	0.54058	
22	2dFS1910	B0-5IV	16.156542	-72.19458	smc113.7	40193	16.48	16.32	0.70525	
23	2dFS2522	B0-5IV	17.290375	-73.45019	smc111.2	4284	16.77	16.60	0.99342	
24	2dFS3214	B0-5IV	19.187333	-73.30769	smc116.3	7028	16.40	16.47	0.60220	
25	2dFS3518	B0-5IV	20.370875	-72.75442	smc120.2	45	15.97	15.90	0.57941	
26	2dFS1551	B0-5IVe	15.320458	-72.76842	smc105.2	37523	16.44	17.74	0.53411	W04
27	2dFS1142	B0-5IVe?	14.085417	-73.60042	smc106.8	10982	16.31	16.39	1.24155	
28	2dFS1773	B0-5IVe?	15.874375	-72.97458	smc110.8	4493	16.75	16.85	0.30999	
29	2dFS2164	B0-5IVe?	16.612167	-72.28303	smc113.2	4478	16.16	16.24	0.65698	
30	2dFS0205	B0-5V	9.520958	-73.54000	smc125.8	16896	17.05	16.88	0.38154	
31	2dFS0421	B0-5V	10.619042	-72.65756	smc126.3	431	17.58	17.47	0.61256	
32	2dFS0536	B0-5V	11.230125	-73.08631	smc125.4	43863	16.57	16.60	0.48602	
33	2dFS0616	B0-5V	11.698833	-72.97883	smc100.5	471	17.18	17.17	0.43625	
34	2dFS1075	B0-5V	13.870750	-72.13881	smc108.6	5943	16.40	16.24	0.83909	
35	2dFS1564	B0-5V	15.354500	-72.80564	smc105.2	37687	17.14	16.98	0.25068	
36	2dFS1663	B0-5V	15.613292	-72.66569	smc110.6	131	16.93	16.80	1.03390	
37	2dFS1731	B0-5V	15.767875	-72.54656	smc110.5	4711	17.47	17.33	2.67158	
38	2dFS1846	B0-5V	16.023917	-73.04175	smc110.8	8342	16.90	16.94	0.77611	
39	2dFS1974	B0-5V	16.290042	-73.19494	smc111.6	27294	16.94	16.79	0.92785	
40	2dFS2149	B0-5V	16.589333	-73.17383	smc111.4	52	16.58	16.70	0.78778	
41	2dFS2701	B0-5V	17.691042	-73.14797	smc116.5	262	16.69	16.59	1.30279	
42	2dFS2822	B0-5V	18.031750	-73.08058	smc116.5	11906	16.93	16.77	0.64181	
43	2dFS2954	B0-5V	18.408458	-72.85256	smc115.2	123	16.80	16.77	0.62425	
44	2dFS3369	B0-5V	19.766917	-74.09114	smc117.1	2135	17.10	17.00	0.88971	
45	2dFS0144	B0-5Ve	9.116375	-74.41211	smc134.3	3076	17.08	17.20	0.64793	
46	2dFS1583	B0-5Ve	15.410958	-72.77194	smc105.2	37553	16.90	16.99	0.68255	
47	2dFS2009	B0-5Ve	16.347875	-72.94508	smc110.8	27609	17.59	17.72	0.46847	
48	2dFS2675	B0-5Ve	17.627042	-72.78125	smc115.7	285	16.81	16.85	0.69394	
49	2dFS0913	B0-5Ve?	13.276750	-73.71450	smc103.3	9234	17.31	17.39	0.52109	
50	NGC346-023;SMC5_029130;2dFS5097	B0.2:(Be-Fe)	14.674417	-72.18821	smc108.2	37469	14.77	14.88	0.70410	



Table 5—Continued

#	Star Name	Spectral Type	R.A. (J2000)	Dec. (J2000)	OGLE-III Field	Database Number	<I>	<V>	Period (days)	Note
51	AzV363	B0.5III	16.209875	-72.38303	smc113.8	39673	14.78	14.74	0.64296	
52	2dFS5044	B0.5IV	12.716000	-73.23939	smc100.2	53	14.81	14.75	0.79486	
53	2dFS2171	B0.5IVe	16.619042	-72.14481	smc113.3	4022	15.02	15.19	0.66026	
54	SMC5_079021	B0.5V	13.323333	-72.40794	smc101.3	39754	16.61	16.44	0.28676	D08
55	2dFS0924	B0.5V	13.335458	-72.23972	smc102.1	11721	15.70	15.54	2.33288	
56	2dFS3112	B0.5V	18.905750	-72.34706	smc118.1	5348	15.88	15.69	0.52230	
57	MA93-1104;flames1038;SMC5_023975	B0:(Be-Fe)	14.709367	-72.28705	smc108.2	8019	14.86	15.02	0.32116	
58	MA93-1097;KWB346-374;flames1134;SMC5_006366	B0:e(Be-Fe)	14.687133	-72.14067	smc108.3	6586	15.88	16.12	0.53748	
59	2dFS2103	B0III	16.514042	-72.53828	smc110.4	3	13.86	13.74	0.82962	
60	2dFS0674	B0IIIe	12.031875	-73.77719	smc103.7	20240	14.52	14.73	1.38389	
61	AzV62;2dFS5035	B0IV	12.502083	-72.92008	smc100.5	22915	14.62	14.41	1.51190	
62	AzV189;2dFS5096	B0IV	14.385458	-72.48086	smc105.5	44978	14.66	14.49	1.68412	
63	MPG395	B0V	14.761833	-72.17697	smc108.2	37525	15.74	15.54	0.64347	
64	AzV370	B0V	16.228625	-72.37606	smc113.8	39675	15.07	14.92	0.73159	
65	2dFS2098	B0V	16.506750	-72.34956	smc113.1	21958	15.20	14.94	0.96899	
66	NGC346-095;SMC5_004916	B1-2(Be-Fe)	14.418083	-72.26428	smc108.2	90	15.82	15.92	1.21644	
67	2dFS1114	B1-2III	13.998208	-73.49475	smc106.8	26609	14.81	14.75	1.79040	
68	2dFS3717	B1-2V	21.221458	-73.43092	smc121.2	1881	16.76	16.59	1.47335	
69	2dFS3260	B1-3II	19.351292	-72.25806	smc123.7	19	14.79	14.60	2.66251	
70	2dFS0147	B1-3III	9.133167	-73.35739	smc130.2	9428	15.44	15.27	1.76683	
71	2dFS0484	B1-3III	10.964792	-73.84231	smc128.3	95	15.38	15.20	0.53849	
72	2dFS5053	B1-3III	13.033792	-73.03175	smc100.3	46364	15.51	15.34	0.38420	
73	2dFS3724	B1-3III	21.241292	-73.49653	smc121.1	1493	15.56	15.36	0.90413	
74	2dFS1792	B1-3IIIe	15.900667	-72.63431	smc110.6	22392	15.76	15.95	0.81860	
75	2dFS0371	B1-3IV	10.372125	-73.44897	smc125.7	14546	16.29	16.41	0.57946	
76	2dFS3192	B1-3IV	19.099125	-73.15764	smc116.4	7088	15.96	15.82	0.37134	
77	2dFS3319	B1-3IV	19.566667	-73.14119	smc121.5	52	16.18	16.12	1.12609	
78	MPG757;flames1105;SMC5_005756	B1-3V	14.861692	-72.19213	smc108.2	37693	15.98	15.87	0.56402	
79	2dFS3758	B1-3V	21.483208	-73.23017	smc121.3	1898	16.03	16.03	0.88708	
80	MA93-1059;KWB346-309;flames1146;SMC5_025586	B1-3e(Be-Fe)	14.540063	-72.25770	smc108.2	125	16.05	16.16	0.68667	
81	MA93-1120;KWB346-856;flames1214;SMC5_006934	B1-3e(Be-Fe)	14.790304	-72.09105	smc108.3	6620	16.50	16.60	0.82590	
82	MA93-1160;flames1174;SMC5_081044	B1-3e(Be-Fe)	14.920850	-72.07636	smc108.3	39673	16.24	16.41	0.50355	
83	2dFS5089	B1-5II	14.080000	-72.51475	smc105.5	12980	14.98	14.85	0.94025	
84	2dFS2391	B1-5II	17.071375	-72.39692	smc113.1	13319	14.85	14.64	1.64365	
85	2dFS3460	B1-5II	20.149667	-73.24306	smc121.6	2875	15.61	15.51	0.92250	
86	2dFS3676	B1-5II	21.072333	-73.32131	smc121.3	1824	15.10	14.91	0.44534	
87	2dFS1157	B1-5II	14.146500	-72.81164	smc105.7	40521	14.90	14.80	0.87866	
88	2dFS0330	B1-5III	10.175125	-73.87725	smc128.6	11166	15.92	15.94	1.48882	
89	2dFS1894	B1-5III	16.119875	-72.78317	smc110.7	26399	15.84	15.75	0.68661	
90	2dFS2380	B1-5III	17.039458	-72.53319	smc110.4	6973	15.75	15.59	0.53311	
91	2dFS2414	B1-5III	17.108417	-72.31464	smc113.1	31528	15.89	15.68	0.67906	
92	2dFS2795	B1-5III	17.939292	-72.23333	smc118.7	8658	16.74	16.82	0.86491	
93	2dFS3217	B1-5III	19.202583	-73.21981	smc116.3	7031	15.96	15.81	1.05581	
94	2dFS3301	B1-5III	19.514167	-73.66272	smc117.4	3199	15.91	16.06	0.97093	
95	2dFS3419	B1-5III	19.941208	-73.53858	smc121.8	56	15.45	15.55	1.63341	
96	2dFS3314	B1-5IIIe	19.554542	-73.83347	smc117.3	2727	15.90	16.08	0.96240	
97	2dFS1502	B1-5IIIe	15.184417	-72.37411	smc108.1	51810	16.59	16.62	1.17009	
98	2dFS1866	B1-5IIIe	16.058542	-72.90661	smc110.8	23728	15.97	15.96	0.59740	
99	2dFS1932	B1-5IIIe	16.215083	-72.30483	smc113.7	17434	15.46	15.41	1.14080	
100	2dFS2137	B1-5IIIe	16.569917	-72.68819	smc110.3	53	15.89	15.98	1.16167	W04

Table 5—Continued

#	Star Name	Spectral Type	R.A. (J2000)	Dec. (J2000)	OGLE-III Field	Database Number	<I>	<V>	Period (days)	Note
101	2dFS2309	B1-5IIIe	16.900417	-72.32722	smc113.1	26586	16.50	16.58	0.87620	W04
102	2dFS2961	B1-5IIIe	18.430375	-72.52564	smc115.4	127	16.29	16.34	0.99093	
103	2dFS3356	B1-5IIIe	19.723792	-73.15586	smc121.5	74	16.52	16.61	0.90818	
104	2dFS3481	B1-5IIIe	20.200000	-73.60694	smc121.8	2551	15.94	16.12	0.99765	
105	2dFS0361	B1-5IIIe?	10.319542	-73.40011	smc125.7	35487	16.61	16.70	1.14008	
106	2dFS1005	B1-5IIe	13.670917	-72.54833	smc105.5	79	15.54	15.65	1.76521	I04
107	2dFS2526	B1-5IIe	17.293917	-72.40228	smc118.8	48	14.74	14.84	0.89945	
108	2dFS2562	B1-5IIe	17.361542	-72.38447	smc118.8	57	14.74	14.79	0.93419	
109	2dFS3563	B1-5IIe	20.595625	-72.70986	smc120.3	24	15.23	15.07	0.82511	
110	2dFS3644	B1-5IV	20.941125	-72.45069	smc120.4	3342	16.98	16.84	0.63053	
111	2dFS0254	B1-5V	9.777583	-74.02553	smc128.7	798	17.74	17.61	0.26216	
112	SMC5_052147	B1.5III	13.381583	-72.28758	smc101.4	29458	16.65	16.47	0.95970	D08
113	2dFS0882	B1.5Ib	13.181792	-73.32656	smc100.1	43665	13.55	13.58	0.76179	
114	AzV126	B1II	13.128000	-72.65861	smc101.2	14311	13.78	13.65	1.37153	
115	SMC5_038033	B1III	13.275375	-72.32736	smc101.4	13166	15.72	15.61	1.68808	D08
116	SMC5_051147	B1III	13.874792	-72.31942	smc108.8	42444	15.96	15.82	0.75961	D08
117	SMC5_018501	B1IVe	14.060208	-72.38989	smc108.8	17497	14.85	15.02	0.70151	
118	2dFS2995	B2.5III	18.566917	-73.19806	smc116.3	32	15.40	15.25	2.83786	
119	2dFS2025	B2III	16.374292	-72.86117	smc110.7	13965	15.19	15.05	0.91069	
120	SMC5_014212	B2IIIe	13.637321	-72.46163	smc105.5	24225	15.26	15.38	0.78333	D08
121	SMC5_044898	B2III-IVe	14.031308	-72.46215	smc105.5	37449	16.59	16.74	0.83561	D08
122	SMC5_025829	B2III-IVe	14.074500	-72.25164	smc108.7	14967	16.04	16.15	1.17604	D08
123	SMC5_074402	B2IIIe	13.268875	-72.34703	smc101.4	13163	15.68	15.82	0.64555	D08
124	SMC5_045353;2dFS0989	B2IIIe	13.593204	-72.45212	smc105.5	24212	15.36	15.45	1.69013	D08
125	SMC5_037162	B2IIIe	13.669958	-72.46458	smc105.5	24233	15.88	15.98	1.13003	W04
126	SMC5_002232;2dFS1123	B2IIIe	14.023238	-72.52386	smc105.5	13003	15.37	15.53	0.75371	D08
127	SMC5_080910	B2IVe	13.601133	-72.23039	smc108.7	30216	16.63	16.64	0.87125	D08
128	SMC5_043413	B2IVe	13.878958	-72.49353	smc105.5	31274	15.67	15.78	0.49810	D08
129	SMC5_014727	B2IVe	14.075542	-72.45375	smc105.5	37359	15.47	15.55	0.89064	D08
130	SMC5_002483	B2IVe	20.209333	-73.69208	smc122.5	37	15.92	15.94	0.23364	
131	2dFS3606	B3-5III	20.774917	-72.89047	smc120.2	3256	16.00	15.81	0.98841	
132	flames1131;SMC5_006487	B3III	15.071721	-72.12895	smc108.3	14463	16.12	16.05	0.79491	
133	SMC5_082941	B3IIIe	13.473583	-72.36706	smc101.4	13227	15.63	15.81	1.60060	D08
134	SMC5_082042	B3IIIe	14.076083	-72.29633	smc108.7	14968	16.05	16.30	0.91404	D08
135	SMC5_013978	B3IIIe	14.129750	-72.46606	smc105.5	37392	15.41	15.52	1.68523	D08
136	2dFS3675	B3Ib	21.059167	-73.96106	smc122.2	2	13.63	13.54	0.99694	
137	KWB346-814;flames1212;SMC5_006627	B3e	14.768413	-72.11848	smc108.3	6611	16.57	16.57	0.60393	
138	flames1237;SMC5_071248	B3e(Be-Fe)	14.571621	-72.04288	smc108.3	27947	16.60	16.64	0.87894	
139	2dFS3613	B9II	20.809625	-73.14911	smc121.4	57	16.65	16.69	2.59485	

Note. — Reference key: (W04) Wyrzykowski et al. (2004), (D08) Diago et al. (2008), (I04) Ita et al. (2004)

Table 6. SHORT PERIODIC STARS WITH EXTRA VARIABILITY IN THE SMC

#	Star Name	Spectral Type	R.A. (J2000)	Dec. (J2000)	OGLE-III Field	Database Number	<I>	<V>	Period (days)	Note
1	AzV480;2dFS3047	O4-7Ve	18.729292	-72.36058	smc118.1	5302	14.24	14.41	0.38899	
2	2dFS2553	O6.5IIf	17.341583	-73.26150	smc111.3	7734	15.01	15.02	0.82314	
3	2dFS3357	O9.5III-V	19.725167	-73.16056	smc121.5	11	14.27	14.38	0.81240	
4	J005517.9-723853	O9.5Ve XRB	13.824583	-72.64806	smc105.6	33072	15.71	16.02	0.65038	
5	AzV322	O9II	15.750042	-72.42761	smc113.8	6165	13.71	13.80	2.58701	
6	AzV162	O9V	13.753292	-72.93822	smc105.8	34986	13.53	13.75	1.59835	W04
7	J0050.7-7316	B0-0.5Ve XRB	12.686250	-73.26806	smc100.2	114	15.22	15.39	0.70814	W04
8	2dFS1498	B0-5II	15.177833	-72.41572	smc108.1	21491	15.23	15.45	0.79728	I04
9	2dFS3448	B0-5II	20.075375	-72.31481	smc123.1	10	14.89	14.96	1.08194	
10	2dFS3395	B0-5IIIe	19.869625	-73.41081	smc121.7	101	15.90	16.02	0.36337	
11	2dFS3698	B0-5IIIe	21.162375	-73.08039	smc121.4	1715	15.82	16.00	0.53631	
12	2dFS3707	B0-5IIe	21.205042	-72.81442	smc120.2	3251	15.61	15.76	1.49779	
13	2dFS3053	B0-5IV	18.741042	-73.88047	smc117.6	5434	16.86	16.94	1.03888	
14	2dFS3037	B0-5IVe	18.705250	-73.41597	smc116.2	205	16.73	16.85	0.70332	
15	2dFS1574	B0-5IVe	15.378417	-73.73544	smc107.4	12580	16.77	16.85	0.87840	
16	2dFS1825	B0-5IVe	15.980917	-73.27461	smc111.6	4591	16.97	17.00	0.79759	
17	2dFS2140	B0-5IVe	16.572375	-72.71594	smc110.3	122	16.23	16.32	0.75811	
18	2dFS2314	B0-5V	16.912042	-73.00431	smc110.1	3028	16.82	16.76	1.19442	
19	2dFS3049	B0-5V	18.731500	-72.42944	smc118.1	5376	16.90	16.89	0.76011	
20	2dFS0263	B0-5Ve	9.830625	-73.49278	smc125.8	20836	17.01	17.09	0.41253	
21	2dFS2345	B0-5Ve	16.970500	-73.11114	smc111.4	2982	17.09	17.27	0.59573	
22	AzV29;2dFS0669	B0.5IIe	11.993750	-72.52825	smc101.6	3540	14.66	14.82	0.90852	
23	2dFS1905	B0.5IVe	16.148000	-72.36328	smc113.8	39666	15.02	15.19	0.80139	
24	AzV409;2dFS2201	B0.5Ib	16.667958	-73.17353	smc111.4	1	13.24	13.50	2.24155	
25	NGC346-061;SMC5_082792;2dFS1277	B1-2(Be-Fe)	14.490917	-72.13206	smc108.3	37	15.52	15.62	1.11230	
26	NGC346-072;SMC5_055979	B1-2(Be-Fe)	14.594375	-72.18829	smc108.2	30386	15.75	15.78	1.39229	
27	NGC346-089;SMC5_023010	B1-2(Be-Fe)	14.795292	-72.30776	smc108.1	36009	15.77	15.87	0.58556	
28	2dFS3741	B1-3IIe	21.364708	-73.13528	smc121.4	1701	14.71	14.84	0.49947	
29	MA93-1161;flames1156;SMC5_007036	B1-3e(Be-Fe)	14.931517	-72.08021	smc108.3	39677	16.23	16.28	0.38193	
30	2dFS0111	B1-3IIIe?	8.782042	-73.60769	smc130.1	90	15.96	16.07	0.82871	
31	2dFS0313	B1-5II	10.097500	-73.11103	smc125.5	9187	15.15	15.23	0.69647	
32	2dFS5079	B1-5II	13.783042	-72.60878	smc105.6	33009	15.12	15.03	1.62362	
33	2dFS2110	B1-5II	16.523708	-72.10544	smc113.3	4017	15.34	15.24	1.00366	
34	2dFS0707	B1-5III	12.241583	-72.32839	smc101.5	5537	15.68	15.81	0.81286	
35	2dFS3789	B1-5III	21.698333	-73.79542	smc122.3	1431	16.52	16.62	0.66235	
36	2dFS0186	B1-5IIIe	9.401958	-73.76203	smc128.5	206	16.68	16.74	0.65115	
37	2dFS2286	B1-5IIIe	16.855708	-73.06950	smc111.4	12758	16.00	16.09	0.61951	
38	2dFS2357	B1-5IIIe	16.999167	-72.42742	smc113.1	9098	15.77	15.82	0.91548	
39	2dFS3479	B1-5IIIe	20.197042	-72.71931	smc120.6	5414	16.00	15.99	0.94452	
40	2dFS1957	B1-5IIe	16.260917	-72.18211	smc113.7	40117	15.58	15.63	1.09962	
41	2dFS2057	B1-5IIe	16.428708	-72.36750	smc113.1	17218	15.22	15.34	0.74052	
42	AzV422;2dFS2316	B1-5IIe	16.914917	-72.26214	smc113.2	8912	14.18	14.06	0.77210	
43	2dFS2807	B1-5IIe	17.985125	-72.24825	smc118.7	8561	15.46	15.50	0.60444	
44	2dFS3550	B1-5IIe	20.558750	-73.00258	smc120.1	27	15.23	15.40	0.63024	
45	SMC5_037158	B1IVe	13.909417	-72.46517	smc105.5	31379	16.93	17.12	0.26313	D08
46	NGC330-054;SMC5_037029	B2(Be-Fe)	13.909417	-72.46517	smc105.5	31379	16.93	17.12	0.26313	D08
47	SMC5_049996	B2IIIe	13.293125	-72.34508	smc101.4	13171	15.68	15.85	0.91084	D08
48	SMC5_016523;2dFS1077	B2IIIe	13.878292	-72.42231	smc108.8	8681	15.39	15.56	0.77411	W04
49	SMC5_004201	B5II-IIIe	14.051125	-72.33136	smc108.8	50727	16.03	16.31	0.59125	D08
50	2dFS3413	B5IIe	19.921208	-73.17031	smc121.5	15	15.02	15.07	2.63647	

Table 6—Continued

#	Star Name	Spectral Type	R.A. (J2000)	Dec. (J2000)	OGLE-III Field	Database Number	<I>	<V>	Period (days)	Note
51	AzV191;NGC346-004;SMC5_082667	Be(B1:)	14.405083	-72.21925	smc108.2	30338	13.47	13.54	1.50373	

Note. — Reference key: (W04) Wyrzykowski et al. (2004), (D08) Diago et al. (2008), (I04) Ita et al. (2004)



Table 7. LONG PERIODIC STARS IN THE SMC

#	Star Name	Spectral Type	R.A. (J2000)	Dec. (J2000)	OGLE-III Field	Database Number	<I>	<V>	Period (days)	Note
1	Hodge53h53-137	O8.5III	13.189333	-72.65331	smc101.2	14390	15.48	15.31	7.81706	
2	AzV402;2dFS2139	O9.7Iab	16.571708	-72.46297	smc110.4	12714	13.39	13.35	193.83364	
3	2dFS0658	B0.5II	11.899208	-72.96194	smc100.5	6784	14.21	14.13	102.75404	
4	2dFS3211	B0.5II	19.179083	-73.35328	smc116.2	6414	15.41	15.21	20.47646	
5	2dFS2032	B0.5III	16.383125	-72.18322	smc113.2	16438	15.94	15.80	54.48623	
6	2dFS1126	B0.5IV	14.029375	-73.00061	smc105.8	15194	15.91	16.02	187.73466	I04, M02
7	2dFS1148	B0.5IV	14.124292	-73.02597	smc105.8	15213	16.16	16.09	55.25530	
8	2dFS0885	B0.5V	13.186667	-72.73167	smc101.1	47291	17.01	16.85	10.77154	
9	2dFS2027	B0.5V	16.376750	-72.83181	smc110.7	14107	16.69	16.84	8.94139	
10	2dFS2231	B0.5V	16.742792	-73.56231	smc111.1	6691	16.33	16.49	332.08160	
11	2dFS2518	B0.5V	17.283333	-73.04075	smc110.1	8402	16.29	16.48	7.03114	
12	2dFS2864	B0.5V	18.153583	-73.35725	smc116.7	9756	16.75	16.63	5.54369	
13	2dFS0384	B0.5V	10.452458	-74.24514	smc129.4	32	16.01	15.84	5.66428	
14	2dFS1640	B0.5V	15.548208	-72.45719	smc110.5	18195	15.63	15.41	8.33089	
15	2dFS3710	B0.5V	21.210583	-73.31817	smc121.3	1873	15.99	15.76	9.40377	
16	AzV249;2dFS1458	B0III	15.084958	-72.68964	smc105.3	11514	13.87	13.75	3.54637	
17	AzV426;2dFS2328	B0III	16.936250	-72.55894	smc110.4	6928	14.30	14.08	33.67664	
18	AzV277;2dFS5104	B1.2II	15.385917	-72.24467	smc113.7	9	14.18	14.03	3.59084	
19	2dFS2296	B1.3IV	16.880417	-72.62761	smc110.3	15934	16.18	15.98	3.78254	
20	2dFS3600	B1.3IV	20.738792	-72.88292	smc120.2	82	16.01	15.83	6.10224	
21	2dFS3342	B1.5II	19.654250	-73.30272	smc121.6	19	14.47	14.54	24.63546	
22	2dFS0309	B1.5III	10.080417	-73.06736	smc125.5	28215	16.03	16.17	197.38870	M02
23	2dFS0435	B1.5III	10.715167	-73.79878	smc128.3	154	15.66	15.66	441.40800	
24	2dFS1536	B1.5III	15.273417	-72.60069	smc105.3	38480	16.07	15.91	22.00413	
25	SMC3-20	B1Ib-IIe	16.213375	-72.77969	smc110.7	30886	13.29	13.41	49.31205	M02
26	2dFS1406;flames1102;SMC5_004702	B2(shell)	14.903975	-72.28413	smc108.2	16198	15.83	15.75	65.49921	
27	SMC5_078928	B2IVe	14.290375	-72.44931	smc105.5	45218	17.35	17.33	103.13591	
28	2dFS3603	B2IVe?	20.760292	-73.48061	smc121.2	85	16.16	16.01	29.11800	
29	2dFS3364	B3.5III	19.747542	-73.76769	smc117.4	3213	16.23	16.13	4.65568	
30	NGC330.022;SMC5_002377;2dFS1062	B3II	13.815333	-72.50937	smc105.5	31227	14.59	14.49	26.18426	
31	AzV141;2dFS0915	B5II	13.289958	-72.56311	smc101.2	48081	14.40	14.47	31.79900	I04
32	2dFS0096	B5III	8.693208	-73.39900	smc130.2	209	16.91	17.03	174.95143	
33	2dFS0106	B8II	8.762917	-73.61633	smc130.1	87	15.28	15.43	26.10332	
34	2dFS0344	B9II	10.234250	-73.12197	smc125.5	9333	16.64	16.68	3.55519	
35	AzV241;2dFS1437	B9Ibe	15.003292	-72.92311	smc105.1	28748	14.18	14.41	35.32015	I04, M02
36	2dFS0573	A0II	11.427792	-73.57572	smc125.1	14657	16.24	16.29	13.12544	
37	2dFS3113	A0II	18.909042	-72.49914	smc115.4	5862	16.08	16.21	15.50245	
38	2dFS2073	A3Iae	16.468500	-72.59606	smc110.3	12876	16.03	16.64	28.17880	
39	2SMC3-12	A3III	13.496750	-72.58581	smc101.2	48095	14.05	14.46	72.91719	I04, M02
40	2dFS2354	A5II	16.991542	-72.54867	smc110.4	6944	14.65	14.96	33.66926	
41	2dFS2324	AFA3kF5	16.933250	-72.52303	smc110.4	6927	14.26	15.00	33.65323	
42	2dFS0189	F0	9.412458	-73.94536	smc128.7	1	13.69	14.11	442.28950	

Note. — Reference key: (I04) Ita et al. (2004), (M02) Mennickent et al. (2002)

Table 8. LONG PERIODIC STARS WITH EXTRA VARIABILITY IN THE SMC

#	Star Name	Spectral Type	R.A. (J2000)	Dec. (J2000)	OGLE-III Field	Database Number	<I>	<V>	Period (days)	Note
1	2dFS5106	O6-9	15.578500	-72.29450	smc113.7	6154	15.19	15.33	56.17413	
2	2dFS1772	O9III-V	15.874167	-72.29850	smc113.7	11951	15.05	15.07	7.00333	
3	2dFS2698	B0-5II	17.676917	-73.32697	smc116.6	129	15.85	15.71	6.40667	
4	2dFS2248	B0-5V	16.775125	-73.07992	smc111.4	9965	16.83	16.86	4.42099	
5	2dFS1558	B0-5Ve	15.329042	-73.85139	smc107.3	9244	17.54	17.52	3.43308	
6	SMC3-16	B0IIIe	14.552417	-72.51347	smc105.4	19191	14.55	14.85	59.63101	I04, M02
7	NGC330-070;SMC5_077231	B0.5e	14.259125	-72.43204	smc108.8	26225	15.96	15.99	588.45200	I04, M02
8	2dFS5020	B1-3II	12.127417	-72.92975	smc100.5	14632	14.33	14.35	13.70290	
9	2dFS0690;J0048.5-7302	B1.5e XRB	12.142750	-73.04228	smc100.6	45825	14.73	14.89	416.18570	
10	SMC5_004509	B2IVe	14.161529	-72.30352	smc108.7	22362	16.39	16.41	4.67503	
11	SMC5_064327	B3II-IIIe	14.062083	-72.47986	smc105.5	37346	15.22	15.35	19.82900	
12	2dFS2082	B8II	16.476417	-72.94778	smc110.1	10724	15.34	15.43	17.77300	
13	SMC3-14;2dFS1065	A0Ibe	13.834458	-72.61947	smc105.6	33015	14.55	14.84	107.80678	I04, M02
14	2dFS1804	AFA3kF0/B[e]	15.927125	-72.22842	smc113.7	34643	13.30	13.69	34.40849	

Note. — Reference key: (I04) Ita et al. (2004), (M02) Mennickent et al. (2002)

Table 9. IRREGULAR VARIABLES IN THE SMC

#	Star Name	Spectral Type	R.A. (J2000)	Dec. (J2000)	OGLE-III Field	Database Number	$\langle I \rangle$	$\langle V \rangle$	$\sigma_I$	Note
1	SMC-WR1;AzV2a	WN3ha	10.926292	-73.48203	smc125.1	25666	15.23	15.27	0.016	S09
2	SMC-WR4;AzV81;Sk41	WN6h	12.680958	-73.45158	smc103.4	25983	13.62	13.70	0.027	M02
3	AzV75	O5.5I(f)	12.635000	-72.87678	smc100.4	37674	12.84	99.99	0.015	SAT
4	AzV61;2dFS0748	O5.5III((f))	12.507750	-72.19072	smc102.8	8466	13.82	13.63	0.039	S09
5	2dFS2898	O6-9III-V	18.224625	-73.50719	smc116.8	7811	14.51	14.73	0.016	
6	2dFS0936	O6.5f?p	13.375250	-72.69564	smc101.2	21946	14.28	14.09	0.015	
7	2dFS5001	O6V	11.238000	-73.01294	smc126.1	18639	14.48	14.58	0.115	M02
8	2dFS3157	O7-9V	19.002167	-72.72397	smc115.3	6580	15.19	15.44	0.025	
9	AzV113;2dFS0835	O7:V	13.005333	-72.40247	smc101.3	29400	14.31	14.35	0.139	S09
10	AzV281	O7III:	15.449583	-71.93089	smc113.5	8	14.34	14.43	0.043	
11	AzV208	O7V	14.638875	-72.65894	smc105.3	22960	13.89	14.05	0.027	M02
12	AzV274	O7Ve	15.372958	-72.38892	smc113.8	9	13.91	14.07	0.214	M02
13	AzV454;2dFS2700	O8.5III	17.687625	-72.71919	smc115.6	15	13.47	13.53	0.050	flicker, S09
14	AzV285	O8V	15.482458	-72.54344	smc110.5	6	13.82	13.84	0.089	M02
15	AzV464	O8V	17.931208	-73.23153	smc116.6	26	13.75	13.85	0.247	S09
16	2dFS3172	O9-B0III-Ve	19.038833	-73.34686	smc116.2	6403	14.98	15.11	0.019	
17	J0049.7-7323	O9.5-B0.5III-Ve XRB	12.424958	-73.38742	smc100.8	22235	14.61	14.87	0.056	M02
18	J0051.8-7231;2dFS0828	O9.5-B0IV-Ve XRB	12.971542	-72.53014	smc101.3	5189	14.74	14.80	0.243	fading, M02
19	J0051.8-7310	O9.5-B0Ve XRB	12.966667	-73.17611	smc100.2	40390	14.40	14.45	0.048	M02
20	SMC5.004502	O9.5III	13.924333	-72.30417	smc108.7	15008	16.11	16.16	0.016	
21	2dFS1500	O9.5III	15.183125	-72.43453	smc108.1	21479	14.59	14.47	0.099	flicker
22	2dFS1315	O9.5III-V	14.626792	-72.37092	smc108.1	35893	14.56	14.78	0.150	
23	NGC346-018;SMC5_038701	O9.5IIIe	14.696250	-72.21710	smc108.2	37473	14.69	14.65	0.072	M02
24	2dFS0761	O9.5Ib	12.606958	-72.13417	smc102.1	23	14.63	14.44	0.048	
25	2dFS0705	O9.5V	12.231625	-73.82911	smc103.7	6594	14.93	14.93	0.141	fading
26	AzV188	O9III	14.376667	-71.89658	smc108.5	30853	14.28	14.20	0.026	
27	AzV258	O9III	15.185458	-72.49733	smc105.4	28700	13.94	13.91	0.088	
28	AzV302;2dFS1654	O9III	15.579375	-72.36792	smc113.8	28570	14.45	14.32	0.018	
29	AzV398	O9Ia:	16.540875	-71.93353	smc113.4	3797	13.67	13.86	0.029	SAT
30	AzV255	O9V:	15.175417	-71.52056	smc109.3	6842	13.50	13.62	0.019	
31	NGC346:KWBB200	sgB[e]	14.774583	-72.19083	smc108.2	37533	15.09	15.82	0.046	K99
32	J0052.9-7158	B0-1III-Ve XRB	13.230000	-71.96833	smc102.2	9657	15.37	15.56	0.042	
33	J0059.3-7223	B0-1Ve XRB	14.837625	-72.38814	smc108.1	7563	14.61	14.71	0.032	M02
34	2dFS1738	B0-3II	15.783542	-72.23436	smc113.7	11933	14.71	14.96	0.088	
35	2dFS0811	B0-3III	12.912042	-72.28456	smc101.4	21932	15.53	15.69	0.022	
36	2dFS5091	B0-3III	14.177125	-72.58572	smc105.5	12986	15.03	15.13	0.073	M02
37	AzV71;2dFS0762	B0-3IIe	12.608542	-72.20289	smc102.1	3	14.22	14.12	0.054	
38	AzV359;2dFS1922	B0-3IIe	16.197000	-72.43325	smc113.8	17195	14.57	14.65	0.073	monotonic, S09, M02
39	2dFS0018	B0-5II	7.691125	-73.76333	smc133.5	79	15.29	15.35	0.048	
40	2dFS0249	B0-5II	9.748875	-73.42375	smc125.7	4292	15.61	15.59	0.209	bumper
41	2dFS0619	B0-5II	11.711708	-72.28636	smc101.5	12240	15.59	15.78	0.016	
42	2dFS0723	B0-5II	12.330042	-72.08847	smc102.7	6147	15.03	15.11	0.251	bumper
43	2dFS0856	B0-5II	13.076792	-73.67058	smc103.3	8918	16.18	16.27	0.087	fading
44	2dFS1000	B0-5II	13.639958	-73.68367	smc107.5	22	14.89	14.78	0.122	
45	2dFS1297	B0-5II	14.555375	-72.77653	smc105.2	20945	14.28	14.32	0.014	M02
46	2dFS1525	B0-5II	15.243167	-72.20453	smc108.2	53333	15.08	15.17	0.125	
47	2dFS1982	B0-5II	16.303833	-72.48467	smc110.5	29755	14.19	14.29	0.040	
48	2dFS2249	B0-5II	16.775208	-72.45231	smc110.4	15971	14.03	14.10	0.153	
49	2dFS2841	B0-5II	18.085167	-73.83053	smc117.6	30	15.44	15.29	0.218	
50	2dFS0060	B0-5III	8.408250	-73.57714	smc130.8	5798	15.54	15.55	0.018	



Table 9—Continued

#	Star Name	Spectral Type	R.A. (J2000)	Dec. (J2000)	OGLE-III Field	Database Number	$\langle I \rangle$	$\langle V \rangle$	$\sigma_I$	Note
51	2dFS0311	B0-5III	10.081000	-73.59439	smc125.8	8134	16.17	16.39	0.022	
52	2dFS0741	B0-5III	12.466250	-72.60308	smc101.7	36060	16.67	16.64	0.216	
53	2dFS1073	B0-5III	13.862875	-72.18150	smc108.7	36451	16.52	16.44	0.025	
54	2dFS1127	B0-5III	14.031042	-73.62742	smc108.8	10947	15.43	15.56	0.070	
55	2dFS1213	B0-5III	14.326500	-72.64514	smc105.6	45317	15.41	15.28	0.042	
56	2dFS1429	B0-5III	14.966917	-72.42375	smc108.1	14965	16.21	16.20	0.045	M02
57	2dFS1471	B0-5III	15.115750	-72.64778	smc105.3	33718	15.12	14.99	0.019	bumper
58	2dFS1952	B0-5III	16.249875	-72.52364	smc110.5	13740	15.87	15.84	0.021	
59	2dFS2108	B0-5III	16.520417	-72.70525	smc110.3	103	16.07	15.94	0.025	
60	2dFS3667	B0-5III	21.040458	-73.42503	smc121.2	63	15.32	15.48	0.121	
61	2dFS0058	B0-5IIIe	8.358708	-73.18228	smc130.6	5177	16.15	16.21	0.019	
62	2dFS1101	B0-5IIIe	13.961167	-73.29850	smc106.6	7355	16.26	16.47	0.029	
63	2dFS1468	B0-5IIIe	15.111000	-72.33689	smc108.1	43899	15.86	15.89	0.046	
64	2dFS2613	B0-5IIIe	17.475833	-72.14842	smc118.6	87	15.46	15.49	0.044	
65	2dFS2690	B0-5IIIe	17.669167	-72.20253	smc118.7	169	15.77	15.88	0.015	monotonic
66	2dFS2724	B0-5IIIe	17.759625	-73.91417	smc117.6	44	16.00	16.11	0.024	
67	2dFS2802	B0-5IIIe	17.956125	-73.99325	smc117.7	48	16.00	15.93	0.091	
68	2dFS3017	B0-5IIIe	18.619917	-72.38886	smc118.1	95	16.12	16.12	0.017	
69	2dFS3081	B0-5IIIe	18.814042	-73.09972	smc116.4	101	15.94	16.09	0.018	
70	2dFS3159	B0-5IIIe	19.006583	-73.07925	smc116.4	7081	16.15	16.21	0.028	
71	2dFS3426	B0-5IIIe	19.959375	-73.70189	smc122.5	60	16.29	16.39	0.030	
72	J005929.0-723703;2dFS1393	B0-5IIIe XRB	14.871042	-72.61756	smc105.3	28809	15.32	15.48	0.075	
73	2dFS1443	B0-5IIIe?	15.036083	-72.35747	smc108.1	43807	15.35	15.56	0.019	
74	2dFS0306	B0-5Ie	10.064417	-73.08594	smc125.5	28257	16.65	16.66	0.023	monotonic
75	2dFS0968	B0-5Ie	13.496958	-72.36817	smc108.8	33970	15.00	15.16	0.016	
76	2dFS1250	B0-5Ie	14.418708	-73.68692	smc107.5	14457	15.38	15.54	0.043	
77	2dFS1917	B0-5Ie	16.169042	-72.25939	smc113.7	17425	15.19	15.33	0.021	
78	AzV503;2dFS3530	B0-5Ie	20.419250	-72.95858	smc120.1	5	14.39	14.59	0.341	
79	2dFS1377	B0-5Ie?	14.819000	-72.87683	smc105.2	5469	15.28	15.50	0.032	
80	2dFS0181	B0-5IV	9.376875	-74.00736	smc128.7	151	16.51	16.61	0.023	
81	2dFS0321	B0-5IV	10.129458	-73.66714	smc128.5	15197	16.62	16.64	0.035	monotonic
82	2dFS0414	B0-5IV	10.575625	-73.30261	smc125.3	130	16.40	16.63	0.027	M02
83	2dFS0583	B0-5IV	11.481375	-73.91978	smc103.8	10837	16.48	16.62	0.018	
84	2dFS0647	B0-5IV	11.851208	-73.50633	smc103.5	5552	16.77	16.93	0.020	
85	2dFS0783	B0-5IV	12.735208	-72.93014	smc100.4	166	15.58	15.75	0.015	
86	2dFS1225	B0-5IV	14.355625	-72.51886	smc105.5	18949	16.91	16.87	0.055	M02
87	2dFS1783	B0-5IV	15.887708	-73.32458	smc111.6	4501	16.17	16.26	0.087	
88	2dFS1963	B0-5IV	16.269167	-72.96400	smc110.8	27479	16.96	17.04	0.067	
89	2dFS2039	B0-5IV	16.403125	-73.29194	smc111.6	12149	16.11	16.09	0.026	
90	2dFS2175	B0-5IV	16.624250	-73.30156	smc111.3	73	16.52	16.34	0.030	
91	2dFS2523	B0-5IV	17.291458	-72.31219	smc118.8	246	16.72	16.83	0.029	
92	2dFS2571	B0-5IV	17.382500	-72.72839	smc110.3	10384	16.66	16.68	0.032	
93	2dFS3026	B0-5IV	18.650250	-72.65939	smc115.3	225	17.06	17.00	0.038	
94	2dFS0104	B0-5IVe	8.754958	-73.95881	smc133.2	179	16.54	16.69	0.023	
95	2dFS0123	B0-5IVe	8.888833	-73.11914	smc130.4	233	17.01	17.19	0.024	
96	2dFS0387	B0-5IVe	10.476958	-73.06511	smc125.5	32950	16.48	16.75	0.018	
97	2dFS1010	B0-5IVe	13.689875	-73.24411	smc106.6	26481	16.80	16.80	0.048	
98	2dFS1306	B0-5IVe	14.593042	-72.61044	smc105.3	23108	16.61	16.71	0.053	monotonic
99	2dFS1509	B0-5IVe	15.192042	-73.41753	smc106.2	10411	16.52	16.57	0.023	
100	2dFS2519	B0-5IVe	17.283583	-73.24581	smc111.3	15730	16.20	16.24	0.028	monotonic



Table 9—Continued

#	Star Name	Spectral Type	R.A. (J2000)	Dec. (J2000)	OGLE-III Field	Database Number	<I>	<V>	$\sigma_I$	Note
101	2dFS2542	B0-5IVe	17.323542	-73.32033	smc111.3	5614	16.32	16.33	0.033	
102	2dFS2664	B0-5IVe	17.594625	-72.33844	smc118.8	341	16.70	16.81	0.018	
103	2dFS2828	B0-5IVe	18.050667	-73.94744	smc117.7	115	16.29	16.30	0.047	
104	2dFS3325	B0-5IVe	19.589042	-72.77886	smc120.7	92	16.25	16.20	0.026	
105	2dFS0219	B0-5IVe?	9.572083	-73.54375	smc125.8	16917	16.89	16.90	0.026	
106	2dFS0005	B0-5V	7.137542	-73.30739	smc135.3	3468	17.14	17.10	0.057	
107	2dFS0046	B0-5V	8.178083	-73.91858	smc133.6	5839	17.69	17.60	0.038	
108	2dFS0064	B0-5V	8.412292	-73.60600	smc130.8	5927	16.80	16.85	0.056	
109	2dFS0192	B0-5V	9.422583	-73.54481	smc130.1	9671	17.44	17.44	0.028	
110	2dFS0224	B0-5V	9.602583	-73.01508	smc126.8	427	17.84	17.84	0.028	
111	2dFS0252	B0-5V	9.775500	-74.20922	smc128.8	246	17.00	17.16	0.036	
112	2dFS0405	B0-5V	10.541625	-74.20569	smc128.1	381	17.31	17.31	0.044	
113	2dFS0428	B0-5V	10.679417	-72.81272	smc126.2	1617	18.01	17.98	0.054	monotonic
114	2dFS1151	B0-5V	14.129042	-72.77408	smc105.7	40649	16.91	17.04	0.040	
115	2dFS1470	B0-5V	15.113958	-73.57550	smc106.1	7559	17.07	17.05	0.025	
116	2dFS1800	B0-5V	15.913958	-72.17756	smc113.7	34810	17.06	17.12	0.022	
117	2dFS1899	B0-5V	16.132375	-72.50917	smc110.5	26316	17.31	17.25	0.038	
118	2dFS2042	B0-5V	16.405458	-73.13264	smc111.5	12613	16.82	16.84	0.022	
119	2dFS2109	B0-5V	16.522625	-72.70383	smc110.3	218	17.21	17.06	0.024	
120	2dFS2411	B0-5V	17.103375	-72.55494	smc110.4	6986	16.33	16.49	0.095	
121	2dFS2582	B0-5V	17.414833	-73.39983	smc111.2	14454	17.02	17.00	0.159	
122	2dFS2673	B0-5V	17.621667	-72.89392	smc115.7	655	17.43	17.42	0.036	
123	2dFS2890	B0-5V	18.207333	-73.78739	smc117.6	189	16.84	16.67	0.021	
124	2dFS2970	B0-5V	18.465500	-73.38533	smc116.7	9855	16.83	16.84	0.037	monotonic
125	2dFS3003	B0-5V	18.593458	-73.29314	smc116.3	201	17.18	17.04	0.029	
126	2dFS3571	B0-5V	20.632750	-73.32003	smc121.3	114	17.23	17.04	0.032	
127	2dFS3662	B0-5V	21.027833	-73.65528	smc122.4	41	16.74	16.70	0.025	
128	2dFS0922	B0-5Ve	13.325125	-74.06975	smc104.4	11153	15.91	16.01	0.025	
129	2dFS1893	B0-5Ve	16.118250	-72.86975	smc110.7	9303	16.62	16.73	0.018	
130	2dFS2585	B0-5Ve	17.419125	-72.22506	smc118.7	250	16.49	16.57	0.039	
131	2dFS2693	B0-5Ve	17.670833	-72.75614	smc115.7	303	16.98	17.12	0.022	monotonic
132	2dFS3457	B0-5Ve	20.107125	-73.11547	smc121.5	2701	17.26	17.58	0.024	
133	2dFS0673	B0-5Ve?	12.020875	-72.90539	smc100.5	44551	17.39	17.58	0.028	
134	2dFS2038	B0-5Ve?	16.398542	-73.71972	smc112.5	12863	16.80	16.75	0.029	
135	2dFS2134	B0-5Ve?	16.564167	-73.04417	smc110.1	211	17.11	17.19	0.042	
136	AzV294;J010206.6-714115	B0-O.5III-Ve XRB	15.527792	-71.68783	smc114.7	25	14.30	14.35	0.080	
137	J0101.3-7211	B0.5-2IV-Ve XRB	15.336667	-72.18861	smc108.2	53351	15.74	15.66	0.124	
138	flames1032;SMC5_007106	B0.5:(Be-Fe)	14.433025	-72.07568	smc108.3	27864	14.84	14.92	0.048	monotonic
139	2dFS1164	B0.5:He	14.166208	-72.75636	smc105.7	40523	14.56	14.71	0.127	flicker, M02
140	AzV437;2dFS2459	B0.5:Ib	17.184417	-73.24744	smc111.3	15642	13.44	13.53	0.039	
141	2dFS2418	B0.5:Ve	17.110792	-72.51231	smc110.4	19797	15.76	15.84	0.024	
142	AzV228;2dFS1384	B0.5III	14.842333	-72.75369	smc105.2	26329	14.81	14.80	0.044	
143	AzV299;2dFS1644	B0.5III	15.557583	-72.37036	smc113.8	28566	14.11	14.38	0.023	M02
144	AzV433;2dFS2379	B0.5IIIe	17.039875	-72.26583	smc113.2	12970	14.71	14.66	0.137	M02
145	2dFS0609	B0.5IV	11.658750	-73.92047	smc103.8	10803	14.39	14.48	0.054	fading
146	2dFS1255	B0.5IV	14.425667	-72.59917	smc105.6	45285	14.87	14.98	0.047	
147	2dFS1953	B0.5IV	16.250625	-72.11056	smc113.6	17858	14.92	14.67	0.015	
148	2dFS0719	B0.5IVe	12.320333	-73.84556	smc103.7	10065	15.17	15.33	0.022	
149	2dFS2180	B0.5IVe	16.633250	-72.13744	smc113.3	4008	14.66	14.78	0.033	
150	2dFS1693	B0.5IVe?	15.684333	-72.49850	smc110.5	22016	14.84	14.90	0.063	

Table 9—Continued

#	Star Name	Spectral Type	R.A. (J2000)	Dec. (J2000)	OGLE-III Field	Database Number	<I>	<V>	$\sigma_I$	Note
151	2dFS0050	B0.5V	8.223708	-73.80878	smc133.6	5487	15.58	15.44	0.405	bumper
152	flames1046;SMC5_007125	B0.5V	14.577488	-72.07414	smc108.3	27895	15.35	15.11	0.055	bumper
153	2dFS2851	B0.5V	18.110583	-73.45811	smc116.7	9646	16.00	15.88	0.147	bumper
154	NGC330-031;SMC5_002476;2dFS5088	B0.5V(Be-Fe)	14.057667	-72.50021	smc105.5	37304	14.45	14.55	0.031	
155	NGC346-036;SMC5_233890	B0.5V(Be-Fe) Bin?	14.847208	-72.20017	smc108.2	37488	14.98	15.00	0.061	
156	2dFS1496	B0.5Ve	15.173875	-72.24600	smc108.2	23473	15.58	15.81	0.037	
157	NGC346-045;SMC5_069093	B0.5Vne	14.600792	-72.21301	smc108.2	30388	15.35	15.12	0.472	M02
158	NGC346-060;SMC5_033513	B0.5e(shell)	14.830333	-72.09661	smc108.3	6553	15.44	15.53	0.061	K99
159	2dFS3219	B0:Ve	19.212625	-73.21458	smc116.3	6979	15.09	15.17	0.027	
160	AzV118	B0III	13.071417	-72.14633	smc102.1	11546	12.88	13.07	0.020	S09
161	AzV361	B0III	16.204625	-72.00567	smc113.6	39557	14.30	14.43	0.071	
162	SMC5_014271	B0IIIe	13.575546	-72.46032	smc105.5	24209	15.33	15.58	0.015	D08
163	SMC5_190576	B0IIIe	14.184625	-72.48508	smc105.5	37314	14.46	14.52	0.102	M02, K99
164	AzV444;2dFS2514	B0IIIe	17.274708	-72.36111	smc118.8	13	14.32	14.37	0.030	M02
165	2dFS3079	B0IIIe	18.811208	-73.47939	smc116.2	9	13.91	14.13	0.051	
166	AzV300	B0IWWW	15.560125	-72.18781	smc113.7	28838	14.77	14.54	0.020	
167	AzV436;2dFS2413	B0IIe	17.107708	-72.39092	smc113.1	13308	13.84	14.03	0.078	flicker, S09, M02
168	2dFS0520	B0IV	11.171042	-72.72147	smc126.3	12777	14.99	14.96	0.226	S09
169	2dFS1313	B0IV	14.621667	-72.71708	smc105.3	10	15.07	14.82	0.016	
170	AzV256;2dFS1497	B0IV	15.174625	-72.50803	smc105.4	28720	14.93	14.78	0.025	flicker, M02
171	2dFS2064	B0IV	16.443292	-72.11403	smc113.3	21	14.77	14.95	0.090	fading <sup>2</sup>
172	2dFS3620	B0IV	20.855042	-73.36678	smc121.2	19	14.69	14.51	0.018	
173	SMC5_064745	B0IVe	13.620188	-72.46059	smc105.5	24218	15.50	15.58	0.075	monotonic
174	SMC5_012767	B0IVe	13.894458	-72.48697	smc105.5	31367	16.60	16.63	0.047	K99
175	2dFS3681	B0IVe	21.095292	-72.71336	smc120.3	3254	14.66	14.80	0.018	
176	AzV215;2dFS1352	B0Ib	14.731750	-72.53569	smc105.4	5183	12.82	99.99	0.018	SAT
177	AzV424;2dFS2326	B0Ib	16.934875	-72.15261	smc113.3	7484	13.23	13.09	0.015	SAT
178	MPG617;NMC11;flames1034;SMC5_089315	B0V	14.803371	-72.18120	smc108.2	37552	15.10	15.01	0.230	bumper
179	2dFS1777	B0V	15.881792	-73.02872	smc110.8	4435	15.34	15.12	0.286	bumper
180	NGC346-068;SMC5_076404	B0V(Be-Fe)	14.767250	-72.08020	smc108.3	33500	15.77	15.85	0.184	SB <sup>1</sup>
181	2dFS5046	B0Ve?	12.786333	-72.93989	smc100.4	9722	15.17	15.42	0.096	M02
182	NGC330-091;SMC5_080521	B0e	14.273917	-72.56161	smc105.5	18906	16.10	15.87	0.059	S09, M02
183	NGC346-009;SMC5_028909	B0e	14.963833	-72.19127	smc108.2	46269	14.52	14.38	0.046	
184	AzV182;2dFS1187;flames1018;SMC5_006412	B0ne(shell)	14.252958	-72.13650	smc108.6	18576	14.35	14.30	0.101	
185	AzV201;MA93-1061;KWB346-34;flames1009;SMC5_082230	B1(Be-Fe)	14.541625	-72.18389	smc108.2	31001	18.28	18.88	0.097	
186	J010712.6-723533	B1-1.5II-IIIe XRB	16.802625	-72.59272	smc110.4	3589	15.70	15.83	0.042	
187	2dFS0839;0050-727(SMCX-3)	B1-1.5IV-Ve XRB	13.024042	-72.43422	smc101.3	34265	14.79	14.92	0.039	
188	J0047.3-7312	B1-1.5Ve XRB	11.848750	-73.20747	smc100.7	42573	15.87	16.05	0.044	
189	NGC346-110;SMC5_005120	B1-2(Be-Fe)	14.547875	-72.24519	smc108.2	131	16.10	16.09	0.021	SB <sup>1</sup> , monotonic, K99
190	NMC37;MPG482;KWB346-85;flames1013;SMC5_030226	B1-2(Be-Fe)	14.776404	-72.16557	smc108.2	37483	14.28	14.29	0.067	fading, K99
191	NGC346-073;SMC5_025100	B1-2(Be-Fe)	15.021833	-72.26543	smc108.2	16169	15.71	15.71	0.015	
192	J0057.8-7207;NGC346-067;SMC5_001335	B1-2(Be-Fe) XRB	14.460000	-72.13222	smc108.3	32	15.42	15.68	0.023	
193	2dFS0424	B1-2II	10.633958	-73.36728	smc125.2	28056	15.25	15.30	0.267	bumper
194	2dFS0876	B1-2II	13.145792	-72.76358	smc101.1	46796	14.50	14.74	0.343	monotonic
195	2dFS1288	B1-2II	14.527750	-72.71375	smc105.3	7	14.52	14.41	0.022	
196	2dFS5107	B1-2II	15.761333	-72.08103	smc113.6	27864	14.11	13.96	0.015	flicker, M02
197	AzV397;2dFS2113	B1-2II	16.526333	-72.30097	smc113.2	4432	13.49	13.64	0.044	
198	2dFS0231	B1-2III	9.636417	-73.37642	smc125.7	20383	15.32	15.17	0.190	bumper, M02
199	2dFS0290	B1-2III	9.996875	-73.24367	smc125.6	23708	15.27	15.26	0.105	bumper
200	2dFS3555	B1-2III	20.564000	-73.23322	smc121.3	9	15.08	14.84	0.061	

Table 9—Continued

#	Star Name	Spectral Type	R.A. (J2000)	Dec. (J2000)	OGLE-III Field	Database Number	<I>	<V>	$\sigma_I$	Note
201	2dFS0113	B1-2IIIe	8.786042	-73.16092	smc130.4	85	15.88	15.81	0.064	bumper
202	2dFS0239	B1-2IV	9.668542	-74.31811	smc129.5	150	16.39	16.41	0.065	
203	2dFS0283	B1-2IV	9.948125	-74.21769	smc128.8	8343	16.19	16.19	0.026	
204	J005323.8-722715	B1-2IV-Ve XRB	13.349583	-72.45417	smc101.3	39681	16.12	16.20	0.077	fading
205	AzV351;2dFS1879	B1-2Ibe	16.089167	-72.15414	smc113.6	17830	13.51	13.55	0.036	
206	AzV505;2dFS3541	B1-2Ibe	20.456292	-73.62261	smc121.8	2489	13.63	13.62	0.043	
207	2dFS3747	B1-2Ibe?	21.409500	-73.12742	smc121.4	1689	13.67	13.60	0.076	
208	NGC330-034;SMC5_000183	B1-2e	13.669750	-72.50793	smc105.5	24179	15.11	15.04	0.100	M02
209	KWB346-259;flames1066;SMC5_005173	B1-2e	14.927971	-72.23941	smc108.2	16149	15.64	15.61	0.093	monotonic , M02, K99
210	MA93-1031;flames1193;SMC5_005062	B1-2e(Be-Fe)	14.437863	-72.25093	smc108.2	96	16.21	16.35	0.016	
211	flames1224;SMC5_039425	B1-2e(Be-Fe)	14.454346	-72.09562	smc108.3	74	16.43	16.61	0.022	
212	MPG860;MA93-1171;KWB346-529;flames1151;SMC5_081299	B1-2e(Be-Fe)	14.978800	-72.18443	smc108.2	46350	16.10	16.17	0.049	monotonic , K99
213	NGC330-096;SMC5_014644	B1-3(Be-Fe)	13.663083	-72.45465	smc105.5	24333	16.28	16.33	0.021	
214	2dFS5039	B1-3II	12.637167	-72.82383	smc101.1	25	14.95	15.07	0.219	
215	2dFS0804	B1-3II	12.865583	-72.43097	smc101.3	29408	15.10	15.32	0.015	
216	2dFS0943	B1-3II	13.404667	-72.87969	smc100.4	62964	15.22	15.11	0.047	
217	2dFS1283	B1-3II	14.509917	-72.63125	smc105.3	22966	14.53	14.55	0.070	
218	2dFS1965	B1-3II	16.269500	-72.49025	smc110.5	29770	14.66	14.57	0.021	
219	2dFS2265	B1-3II	16.809167	-72.42811	smc113.1	9047	14.92	14.81	0.029	
220	2dFS2990	B1-3II	18.555292	-73.34597	smc116.2	2	14.20	14.27	0.059	flicker
221	2dFS3063	B1-3II	18.759333	-73.20244	smc116.3	56	15.10	15.29	0.022	
222	2dFS3265	B1-3II	19.372917	-73.40331	smc116.2	6395	14.82	14.99	0.044	
223	2dFS0232	B1-3III	9.636625	-73.27953	smc125.6	19	15.21	15.12	0.033	
224	2dFS0251	B1-3III	9.770542	-73.83928	smc128.6	147	15.82	15.66	0.023	fading, M02
225	2dFS0445	B1-3III	10.792542	-73.57531	smc125.1	4721	15.50	15.58	0.061	M02
226	2dFS0831	B1-3III	12.985583	-72.68806	smc101.2	7185	15.91	15.82	0.040	
227	2dFS0916	B1-3III	13.294000	-72.42983	smc101.3	39664	15.66	15.53	0.048	bumper
228	2dFS1350	B1-3III	14.721958	-72.33967	smc108.1	35940	15.56	15.65	0.085	
229	2dFS1611	B1-3III	15.484125	-72.17444	smc113.7	22773	14.83	14.98	0.349	
230	2dFS2206	B1-3III	16.678792	-72.25750	smc113.2	4452	15.16	15.39	0.114	M02
231	2dFS2543	B1-3III	17.325000	-73.06056	smc111.4	18334	15.70	15.55	0.025	
232	2dFS3562	B1-3III	20.592333	-72.96431	smc120.1	64	15.72	15.75	0.024	
233	2dFS3624	B1-3III	20.864458	-73.35603	smc121.2	50	15.38	15.44	0.044	flicker
234	2dFS3670	B1-3III	21.044000	-72.80006	smc120.2	3244	15.30	15.07	0.149	
235	2dFS3764	B1-3III	21.544125	-73.39842	smc121.2	1807	15.04	14.85	0.013	
236	2dFS0348	B1-3IIIe	10.278292	-73.46647	smc125.7	14524	15.75	15.95	0.019	
237	2dFS2986	B1-3IIIe	18.521750	-72.84097	smc115.2	21	15.31	15.18	0.106	
238	2dFS3087	B1-3IIIe	18.842458	-73.80344	smc117.3	44	15.63	15.79	0.037	
239	2dFS3573	B1-3IIIe	20.641375	-73.30583	smc121.3	52	15.90	15.99	0.099	
240	2dFS5058	B1-3IIIe?	13.148333	-72.63103	smc101.2	14329	14.64	14.53	0.055	flicker <sup>3</sup>
241	2dFS5064	B1-3Ile	13.296792	-72.65939	smc101.2	21960	15.07	15.26	0.014	M02
242	AzV457;2dFS2720	B1-3Ile	17.742458	-73.30372	smc116.6	13	14.72	14.68	0.170	bumper
243	2dFS3273	B1-3Ile	19.417750	-73.51400	smc116.1	5084	14.05	14.21	0.029	fading
244	2dFS3553	B1-3Ile	20.561000	-73.14022	smc121.4	20	14.86	14.98	0.241	
245	2dFS3556	B1-3Ile	20.566917	-73.53772	smc121.1	4	15.00	14.92	0.275	bumper
246	2dFS3628	B1-3Ile	20.888667	-73.74950	smc122.4	13	14.32	14.52	0.022	fading
247	2dFS0227	B1-3V	9.628958	-73.17425	smc125.5	93	16.75	16.59	0.031	
248	2dFS1918	B1-3V	16.178417	-72.46269	smc110.5	29826	16.51	16.32	0.077	
249	flames1130;SMC5_004653	B1-3e	14.795175	-72.28824	smc108.2	8127	16.15	16.12	0.018	monotonic
250	flames1166;SMC5_092355	B1-3e	14.795221	-72.30161	smc108.2	8126	16.09	16.17	0.029	



Table 9—Continued

#	Star Name	Spectral Type	R.A. (J2000)	Dec. (J2000)	OGLE-III Field	Database Number	<I>	<V>	$\sigma_I$	Note
251	MA93-1004;flames1138;SMC5_004941	B1-3e(Be-Fe)	14.351650	-72.26331	smc108.7	22427	15.98	16.04	0.237	bumper
252	MA93-1166;flames1177;SMC5_024736	B1-3e(Be-Fe)	14.964750	-72.27228	smc108.2	16216	16.31	16.37	0.021	
253	MA93-1176;flames1148;SMC5_004972	B1-3e(Be-Fe)	15.004238	-72.25713	smc108.2	16227	16.22	16.19	0.095	
254	NGC330-094;SMC5_082714	B1-5	13.888875	-72.39926	smc108.8	17512	16.35	16.27	0.017	
255	2dFS0259	B1-5II	9.812208	-73.20472	smc125.6	23698	15.39	15.51	0.129	
256	2dFS0314	B1-5II	10.099375	-73.91936	smc128.6	11056	15.36	99.99	0.052	
257	2dFS0333	B1-5II	10.185708	-73.06150	smc125.5	28227	15.46	15.65	0.014	
258	2dFS0457	B1-5II	10.831750	-73.70958	smc128.4	209	15.80	15.92	0.046	
259	2dFS0602	B1-5II	11.618333	-73.46194	smc103.5	23986	14.80	15.12	0.048	M02
260	2dFS5051	B1-5II	13.004792	-72.98578	smc100.4	9774	14.96	14.99	0.023	monotonic
261	2dFS5059	B1-5II	13.167042	-72.99556	smc100.3	55924	15.10	15.09	0.024	
262	2dFS0902	B1-5II	13.250583	-72.37556	smc101.4	8334	15.13	15.38	0.040	fading
263	2dFS1135	B1-5II	14.062083	-72.63211	smc105.6	39454	14.30	14.53	0.058	
264	2dFS1465	B1-5II	15.104833	-72.77575	smc105.2	32029	14.88	14.72	0.038	bumper, M02
265	2dFS1521	B1-5II	15.237000	-72.27633	smc108.2	23480	15.19	15.15	0.117	flicker, M02
266	2dFS1555	B1-5II	15.326125	-72.64133	smc105.3	38493	15.34	15.41	0.028	
267	2dFS1585	B1-5II	15.416667	-72.10406	smc113.6	29	15.13	14.98	0.018	M02
268	2dFS1681	B1-5II	15.661958	-72.15003	smc113.6	5397	15.10	15.17	0.019	
269	2dFS1962	B1-5II	16.269000	-72.19231	smc113.2	16395	15.02	15.02	0.024	
270	2dFS1977	B1-5II	16.297542	-72.40447	smc113.1	7	14.34	14.26	0.206	
271	2dFS2055	B1-5II	16.425375	-72.22242	smc113.2	16407	15.00	15.08	0.024	flicker
272	2dFS2058	B1-5II	16.430917	-72.80122	smc110.2	15149	15.31	15.42	0.061	
273	2dFS2467	B1-5II	17.205667	-72.39858	smc113.1	13330	15.29	15.38	0.021	M02
274	2dFS3164	B1-5II	19.016875	-73.04536	smc116.4	7047	15.40	15.53	0.041	
275	2dFS3637	B1-5II	20.914292	-72.52853	smc120.4	3284	15.19	15.05	0.094	
276	2dFS3810	B1-5II	21.846292	-73.72392	smc122.4	1368	14.86	14.82	0.017	
277	2dFS0042	B1-5III	8.086417	-73.62319	smc130.8	5827	16.40	16.59	0.021	
278	2dFS0184	B1-5III	9.386625	-74.04742	smc128.7	157	16.69	16.70	0.025	
279	2dFS0216	B1-5III	9.556000	-73.72694	smc128.5	53	15.31	15.43	0.177	
280	2dFS0401	B1-5III	10.533292	-73.75044	smc128.4	317	17.02	17.02	0.073	M02
281	2dFS0440	B1-5III	10.742500	-73.04192	smc125.4	30255	16.05	16.22	0.157	fading
282	2dFS0534	B1-5III	11.226875	-73.03161	smc125.4	43759	16.28	16.32	0.031	
283	2dFS0613	B1-5III	11.692500	-73.68700	smc103.6	126	16.67	16.58	0.023	
284	2dFS0802	B1-5III	12.860458	-72.92594	smc100.4	9807	15.69	15.86	0.019	monotonic
285	2dFS0805	B1-5III	12.874667	-72.59942	smc101.2	35485	15.58	15.54	0.013	flicker
286	2dFS1011	B1-5III	13.690500	-72.15225	smc108.6	5905	16.59	99.99	0.022	
287	2dFS5078	B1-5III	13.723417	-72.59142	smc105.5	6633	15.44	15.37	0.029	M02
288	2dFS1170	B1-5III	14.198667	-72.12783	smc108.6	18617	15.95	15.85	0.015	
289	2dFS1245	B1-5III	14.408542	-72.56267	smc105.5	18880	15.85	15.83	0.046	
290	2dFS1542	B1-5III	15.283542	-72.56731	smc105.4	14439	16.10	17.62	0.039	flicker
291	2dFS1557	B1-5III	15.329042	-72.72575	smc105.3	17020	15.93	15.75	0.016	
292	2dFS2061	B1-5III	16.435750	-72.46872	smc110.4	12745	15.42	15.72	0.124	M02
293	2dFS2192	B1-5III	16.652833	-72.36408	smc113.1	22012	15.79	15.94	0.140	
294	2dFS2312	B1-5III	16.901875	-72.26919	smc113.2	8973	16.50	16.44	0.018	
295	2dFS2516	B1-5III	17.281042	-72.60669	smc110.3	22319	16.05	15.87	0.036	
296	2dFS2593	B1-5III	17.435250	-73.31122	smc111.3	7748	15.76	15.66	0.014	
297	2dFS2747	B1-5III	17.793625	-73.06114	smc116.5	146	16.31	16.40	0.023	monotonic
298	2dFS2962	B1-5III	18.433917	-73.42758	smc116.7	9690	16.09	15.99	0.045	
299	2dFS3022	B1-5III	18.643667	-73.95553	smc117.7	3355	16.28	16.25	0.203	monotonic
300	2dFS3346	B1-5III	19.673917	-73.15314	smc121.5	67	16.70	16.81	0.028	



Table 9—Continued

#	Star Name	Spectral Type	R.A. (J2000)	Dec. (J2000)	OGLE-III Field	Database Number	$\langle I \rangle$	$\langle V \rangle$	$\sigma_I$	Note
301	2dFS3435	B1-5III	20.008292	-72.63092	smc120.6	5477	16.90	16.93	0.022	
302	2dFS3582	B1-5III	20.666500	-72.93453	smc120.1	156	16.54	16.51	0.025	
303	2dFS3731	B1-5III	21.318333	-73.34956	smc121.2	1839	16.17	16.11	0.039	
304	2dFS3750	B1-5III	21.415458	-73.15292	smc121.4	1780	15.98	15.82	0.019	fading
305	2dFS0355	B1-5IIIe	10.297958	-73.68833	smc128.5	15287	16.56	16.67	0.017	
306	2dFS0486	B1-5IIIe	10.970750	-73.42183	smc125.2	6316	16.45	16.66	0.113	monotonic
307	2dFS1191	B1-5IIIe	14.265250	-72.97286	smc105.8	21713	16.31	16.27	0.029	
308	2dFS1518	B1-5IIIe	15.233667	-72.38919	smc108.1	21496	15.69	15.76	0.076	M02
309	2dFS1686	B1-5IIIe	15.669333	-72.79714	smc110.7	22314	16.12	16.13	0.090	
310	2dFS1991	B1-5IIIe	16.313458	-72.95261	smc110.8	27435	16.13	16.34	0.044	
311	2dFS2019	B1-5IIIe	16.364792	-72.21553	smc113.2	16436	15.88	15.95	0.022	
312	2dFS2267	B1-5IIIe	16.810625	-72.37647	smc113.1	26569	15.87	15.89	0.028	M02
313	2dFS2598	B1-5IIIe	17.445083	-73.24053	smc111.3	18370	16.25	16.33	0.029	
314	2dFS2771	B1-5IIIe	17.855458	-73.22244	smc116.6	162	16.07	16.13	0.022	
315	2dFS2779	B1-5IIIe	17.878917	-72.97383	smc115.8	10620	16.26	16.35	0.049	
316	2dFS2952	B1-5IIIe	18.397125	-72.16767	smc118.2	66	15.96	15.91	0.022	
317	2dFS2971	B1-5IIIe	18.468292	-73.20664	smc116.6	11146	15.85	15.85	0.017	
318	2dFS2982	B1-5IIIe	18.495167	-72.45936	smc115.4	140	16.31	16.37	0.028	
319	2dFS3125	B1-5IIIe	18.923083	-73.62189	smc116.1	41	15.36	15.35	0.024	monotonic
320	2dFS3290	B1-5IIIe	19.496625	-73.39819	smc116.2	6486	15.84	15.87	0.039	monotonic
321	2dFS3436	B1-5IIIe	20.022292	-73.23703	smc121.6	2895	16.06	16.03	0.024	
322	2dFS0778	B1-5IIIe?	12.698958	-73.54406	smc103.4	101	15.76	15.87	0.093	monotonic , M02
323	2dFS0996	B1-5IIIe?	13.617750	-72.36597	smc108.8	33993	15.60	15.63	0.020	
324	2dFS0407	B1-5IIe	10.551833	-73.38661	smc125.2	28050	15.22	15.36	0.134	M02
325	2dFS5089	B1-5IIe	13.402875	-72.64200	smc101.2	21976	15.07	15.39	0.115	monotonic
326	2dFS1102	B1-5IIe	13.964792	-73.60039	smc106.8	5725	14.85	15.01	0.046	
327	2dFS1478	B1-5IIe	15.133417	-72.22103	smc108.2	53316	15.30	15.31	0.037	
328	2dFS2237	B1-5IIe	16.753625	-72.69419	smc110.3	3461	15.11	15.17	0.093	
329	2dFS2794	B1-5IIe	17.938792	-73.67486	smc117.5	19	15.23	15.08	0.026	
330	2dFS2957	B1-5IIe	18.416333	-73.21903	smc116.6	11134	15.76	15.72	0.088	monotonic
331	2dFS3716	B1-5IIe	21.220958	-72.75447	smc120.2	3252	15.16	15.19	0.048	
332	2dFS5054;J0052-725	B1-5IIe XRB	13.037292	-72.63414	smc101.2	14349	15.25	15.40	0.294	bumper, M02
333	J0111.2-7317;2dFS2745	B1-5IIe XRB	17.785000	-73.27944	smc116.6	64	15.30	15.49	0.030	
334	AzV13;2dFS5007	B1-5IIe?	11.598875	-73.04000	smc100.6	31683	14.21	14.29	0.012	
335	2dFS5083	B1-5IIe?	13.882250	-72.50658	smc105.5	31234	14.87	14.96	0.022	M02
336	2dFS1375	B1-5IIe?	14.817542	-72.34994	smc108.1	35914	14.38	14.53	0.124	flicker
337	2dFS0083	B1-5IV	8.620375	-73.96953	smc133.2	347	17.34	17.32	0.027	
338	2dFS0194	B1-5IV	9.432333	-73.21397	smc130.3	9472	17.14	17.06	0.022	
339	2dFS1257	B1-5IV	14.442750	-72.63575	smc105.6	45690	17.03	17.00	0.028	
340	2dFS2788	B1-5IV	17.914625	-73.50356	smc116.8	259	17.06	17.14	0.022	
341	2dFS3039	B1-5IV	18.708708	-72.80717	smc115.2	207	17.24	17.11	0.054	
342	2dFS0256	B1-5V	9.782250	-72.90903	smc126.8	258	16.78	16.80	0.022	monotonic
343	2dFS1970	B1-5V	16.280792	-72.44522	smc110.5	29803	15.64	15.51	0.039	bumper
344	AzV173	B1.5Ia	14.048042	-72.91042	smc105.8	41929	12.72	99.99	0.015	SAT
345	AzV96;2dFS0801	B1.5Iab	12.846458	-72.12247	smc102.1	10	12.75	99.99	0.021	SAT, S09
346	2dFS1273;flames1154;SMC5_032362	B1.5V	14.478600	-72.12207	smc108.3	83	16.41	16.27	0.033	
347	flames1216;SMC5_006364	B1.5V	14.811129	-72.14056	smc108.3	6780	16.66	16.46	0.254	bumper
348	flames1062;SMC5_006117	B1.5V(shell)	15.030217	-72.16025	smc108.2	46302	15.57	15.35	0.055	
349	NGC330-025;SMC5_037578;2dFS1224	B1.5e	14.349917	-72.39903	smc108.8	26185	14.84	14.77	0.043	
350	J010030.2-722035;2dFS1475	B1.5e XRB	15.125833	-72.34306	smc108.1	51757	14.47	14.62	0.013	fading

Table 9—Continued

#	Star Name	Spectral Type	R.A. (J2000)	Dec. (J2000)	OGLE-III Field	Database Number	<I>	<V>	$\sigma_I$	Note
351	AzV85;SMC3-9	B1II-IIIe	12.750708	-72.88450	smc100.4	37879	13.50	13.70	0.199	M02
352	AzV163	B1II:	13.768917	-72.77708	smc105.7	34173	14.17	14.08	0.117	bumper, M02
353	SMC5_022628	B1III-IVe	13.404500	-72.31406	smc101.4	29386	15.78	15.87	0.034	
354	SMC5_041410	B1IIIe	13.638771	-72.53658	smc105.5	71	16.09	16.33	0.020	M02
355	SMC5_016486	B1IIIe	13.693408	-72.42299	smc108.8	8650	15.34	15.56	0.015	
356	SMC5_014114	B1IIIe	14.134421	-72.46394	smc105.5	37396	15.27	15.52	0.023	K99
357	SMC5_065055;J0053.8-7226	B1IIIe XRB	13.480583	-72.44592	smc101.3	39655	14.75	14.83	0.074	fading
358	SMC5_074305	B1IV	13.893138	-72.35837	smc108.8	50764	17.05	16.96	0.026	
359	SMC5_038363	B1IVe	13.888863	-72.27297	smc108.7	7585	16.32	16.42	0.018	
360	SMC5_086890	B1IVe	14.068496	-72.46566	smc105.5	37478	16.43	16.28	0.020	
361	AzV86	B1Ia	12.774250	-72.00850	smc102.2	16	12.81	12.73	0.019	SAT
362	AzV340	B1Ia	15.956042	-72.12492	smc113.6	11308	12.64	99.99	0.025	SAT
363	NGC346-080;SMC5_029906	B1V	14.706708	-72.17209	smc108.2	37599	16.17	16.07	0.167	
364	AzV335	B1V	15.869042	-72.49111	smc110.5	22029	15.04	14.87	0.016	
365	SMC5_011371	B1Ve	14.117375	-72.51022	smc105.5	37535	16.71	16.87	0.032	
366	SMC5_003919	B1Ve	14.277029	-72.35834	smc108.8	58364	16.68	16.78	0.033	monotonic
367	0054.4-7237	B1Ve XRB	14.021667	-72.36667	smc108.8	50674	15.49	15.70	0.168	
368	AzV224;NGC346-008;SMC5_081043	B1e	14.816833	-72.07903	smc108.3	33480	14.36	14.24	0.043	
369	NGC346-041;SMC5_024945	B2(Be-Fe)	14.434667	-72.26964	smc108.2	21	15.03	15.14	0.113	M02
370	NGC346-076;SMC5_055468	B2(Be-Fe)	14.800500	-72.20325	smc108.2	37550	15.61	15.92	0.037	fading, M02, K99
371	MPG184;MA 93-1090;KWB346-171;flames1031;SMC5_079464	B2-3(Be-Fe)	14.677996	-72.21273	smc108.2	37472	14.89	14.93	0.013	K99
372	SMC5_073594	B2-3III-IVe	13.339208	-72.43581	smc101.3	39677	16.11	16.15	0.016	
373	J0058.2-7231	B2-3Ve XRB	14.552917	-72.51250	smc105.4	19445	17.64	18.82	0.028	
374	flames1127;SMC5_052862	B2-3e(Be-Fe)	14.801604	-72.27154	smc108.2	8130	16.10	16.15	0.127	fading, M02
375	flames1203;SMC5_029761	B2-3e(shell)	14.290521	-72.17587	smc108.7	49904	16.44	16.38	0.023	
376	AzV400;2dFS2127	B2.5II	16.552500	-72.21536	smc113.2	20626	14.28	14.36	0.065	S09
377	NGC346-047;SMC5_006207;2dFS1189	B2.5III	14.263458	-72.15418	smc108.6	18593	15.53	15.39	0.025	
378	flames1088;SMC5_082087	B2.5III	15.060163	-72.15017	smc108.3	14400	15.73	15.56	0.013	
379	flames1077;SMC5_031998	B2.5III	15.072567	-72.12739	smc108.3	14401	15.64	15.51	0.015	
380	2dFS0471	B2.5IV	10.878458	-73.34286	smc125.2	34818	16.59	16.39	0.019	bumper
381	AzV339;2dFS1807	B2.5Iab	15.934208	-72.87394	smc110.7	9137	12.70	99.99	0.023	SAT
382	NGC330-004;SMC5_082763;2dFS5090	B2.5Ib	14.086667	-72.47611	smc105.5	37281	13.33	13.25	0.016	M02
383	AzV502;2dFS3489	B2.5Ibe	20.238000	-73.23125	smc121.6	2858	14.08	14.12	0.029	
384	MPG710;flames1244;SMC5_005831	B2.5V	14.840408	-72.18636	smc108.2	37932	16.82	16.65	0.056	
385	AzV427	B2.5V	16.956833	-72.44433	smc113.1	9040	13.97	13.98	0.070	M02
386	flames1118;SMC5_062261	B2.5e(Be-Fe)	14.411663	-72.11534	smc108.3	65	16.06	16.16	0.110	flicker
387	NGC346-024;SMC5_078074	B2:shell(Be-Fe)	14.776583	-72.12916	smc108.3	6539	14.96	14.98	0.059	K99
388	2dFS0544	B2II	11.264375	-73.64217	smc128.4	17884	14.94	15.03	0.067	M02
389	2dFS2509	B2II	17.269833	-72.61994	smc110.3	22292	14.51	14.36	0.040	flicker
390	SMC5_078440	B2II-IIIe	14.210667	-72.25203	smc108.7	22377	15.77	15.72	0.179	bumper
391	SMC5_083593	B2III	13.349000	-72.37556	smc101.4	13445	17.51	17.46	0.055	
392	SMC5_028368	B2IIIe	13.299708	-72.20128	smc102.1	11951	16.50	16.60	0.024	
393	SMC5_021152	B2IIIe	13.302750	-72.34153	smc101.4	13142	15.28	15.26	0.064	flicker, D08
394	SMC5_074471	B2IIIe	13.360875	-72.33850	smc101.4	13151	14.92	14.95	0.123	flicker
395	SMC5_003315	B2IIIe	13.492708	-72.41739	smc108.8	109	16.11	16.07	0.022	
396	SMC5_025718	B2IIIe	13.613083	-72.25442	smc108.7	270	16.96	16.93	0.061	D08
397	SMC5_036967;NGC330-093	B2IIIe	13.917083	-72.49575	smc105.5	31382	16.39	16.34	0.039	K99
398	SMC5_008231	B2IIIe	14.019575	-72.56152	smc105.5	13002	15.94	16.19	0.053	M02
399	SMC5_014637	B2IIIe	14.050542	-72.45469	smc105.5	37341	15.34	15.29	0.042	K99
400	SMC5_044693	B2IIIe	14.082713	-72.46710	smc105.5	37368	15.81	15.85	0.023	K99

Table 9—Continued

#	Star Name	Spectral Type	R.A. (J2000)	Dec. (J2000)	OGLE-III Field	Database Number	<I>	<V>	$\sigma_I$	Note
401	SMC5_014052	B2IIIe	14.095875	-72.46497	smc105.5	37382	15.12	15.20	0.013	
402	SMC5_078338	B2IIIe	14.106042	-72.45194	smc105.5	37384	15.34	15.43	0.025	monotonic, K99
403	SMC5_037137	B2IIIe	14.110842	-72.46928	smc105.5	37386	15.70	15.81	0.065	monotonic, D08, K99
404	AzV364;SMC3-21	B2IIIe	16.220917	-71.98864	smc113.5	12793	14.32	14.23	0.043	M02 <sup>4</sup>
405	SMC5_046388	B2IVe	13.362417	-72.42817	smc101.3	39769	16.68	16.63	0.141	fading
406	SMC5_048289	B2IVe	13.461042	-72.38589	smc101.4	13223	15.90	15.83	0.044	
407	SMC5_075360	B2IVe	13.524958	-72.23100	smc108.7	30017	15.71	15.76	0.050	monotonic
408	SMC5_005045	B2IVe	13.562542	-72.25244	smc108.7	108	15.90	15.80	0.025	
409	SMC5_020211	B2IVe	14.028325	-72.35982	smc108.8	50851	16.83	16.93	0.131	monotonic, S09
410	SMC5_003296	B2IVe	14.066517	-72.42111	smc108.8	17709	16.78	16.78	0.029	K99
411	SMC5_016544	B2IVe	14.121250	-72.42264	smc108.8	17763	16.62	16.83	0.046	D08
412	SMC5_048047;2dFS1239	B2IVe	14.377404	-72.39256	smc108.8	26262	15.74	15.86	0.074	D08
413	Hodge53;AzV337	B2Iab	15.931625	-72.06561	smc113.6	33352	12.76	99.99	0.024	SAT
414	AzV472;2dFS2907	B2Iab	18.257833	-72.76347	smc115.7	10336	12.68	99.99	0.013	SAT
415	AzV4	B2Ib	11.263583	-72.69933	smc126.3	12763	13.65	13.89	0.024	SAT
416	AzV261;2dFS1527	B2Ibe	15.244625	-72.51394	smc105.4	33283	13.84	13.95	0.076	M02
417	2dFS0218	B2V	9.567417	-73.15358	smc125.5	72	16.70	16.50	0.027	
418	NGC330-064;SMC5_061057	B3:e	13.941125	-72.55363	smc105.5	6687	15.98	15.94	0.020	monotonic
419	2dFS2844	B3II	18.091083	-73.03006	smc115.8	10567	15.24	15.16	0.015	
420	SMC5_083491	B3IIIe	13.333042	-72.37478	smc101.4	13179	15.91	16.02	0.039	
421	SMC5_003119;2dFS1115	B3IIIe	13.999583	-72.43925	smc108.8	17485	15.40	15.46	0.024	K99
422	SMC5_073581	B3IIIe	14.110833	-72.43972	smc108.8	17577	16.15	16.15	0.086	flicker, M02
423	AzV395;2dFS2102	B3Iie	16.513542	-72.82544	smc110.2	11	14.48	14.62	0.053	fading, M02
424	2dFS3512	B3Iie	20.353500	-73.37394	smc121.7	2545	15.03	14.97	0.037	
425	SMC5_075061	B3IVe	14.127417	-72.27117	smc108.7	15154	17.41	17.46	0.025	
426	AzV372	B3Ia	16.232208	-72.78003	smc110.7	30887	12.77	99.99	0.021	SAT
427	MPG87;flames1158;SMC5_005867	B3Ve	14.617688	-72.18366	smc108.2	30454	16.18	16.15	0.065	flicker
428	flames1123;SMC5_077817	B3e(shell)	14.375954	-72.22783	smc108.7	49924	16.00	15.96	0.019	M02
429	MA93-1150;flames1210;SMC5_004717	B3e(shell)	14.876304	-72.28252	smc108.2	16190	16.48	16.41	0.061	monotonic
430	2dFS0089	B5III	8.647750	-73.29217	smc130.3	405	17.26	17.19	0.036	
431	SMC5_085503	B5IIIe	13.697738	-72.46633	smc105.5	24357	16.84	16.75	0.053	M02
432	2dFS2037	B5Iie	16.396625	-72.60683	smc110.6	31447	15.29	15.31	0.021	
433	2dFS0117	B5Ib	8.808208	-73.72361	smc133.4	20	13.86	13.95	0.085	
434	MA93-1032;flames1063;SMC5_001320	B5e	14.438338	-72.13510	smc108.3	27	15.41	15.46	0.016	
435	SMC5_086807	B6III	14.051417	-72.27175	smc108.7	15472	17.85	17.91	0.049	
436	2dFS2457	B8II	17.178458	-72.61581	smc110.3	22276	14.16	14.18	0.063	flicker
437	2dFS1662	B8III	15.610792	-73.05258	smc111.5	15688	17.07	16.99	0.030	
438	2dFS1326	B8Iie	14.653958	-72.10439	smc108.3	6514	15.70	15.68	0.014	K99
439	AzV438;2dFS2463	B9Iab	17.192250	-72.62536	smc110.3	22277	12.83	12.91	0.056	
440	AzV330	Be	15.854375	-71.94328	smc113.5	8573	13.64	13.75	0.057	
441	AzV358	Be	16.162167	-72.00411	smc113.5	12790	14.01	14.35	0.030	fading
442	AzV458	Be	17.803125	-71.95753	smc118.5	6786	14.10	14.24	0.031	
443	AzV460	Be	17.850667	-71.97789	smc118.5	6789	14.02	14.23	0.061	
444	J004814.1-731003	Be XRB	12.058750	-73.16778	smc100.7	50768	15.69	15.84	0.067	M02
445	J005252.1-721715	Be XRB	13.217167	-72.28769	smc101.4	25552	16.75	16.69	0.068	flicker <sup>5</sup>
446	NGC346-017;SMC5_007202	Be(B1)	14.549750	-72.06724	smc108.3	27868	14.78	14.59	0.030	SB <sup>1</sup>
447	NGC346-048;SMC5_028019	Be(B3)(shell)	14.697917	-72.21016	smc108.2	37507	15.43	15.37	0.081	M02, K99
448	NGC330-087;SMC5_000135	Be-Fe	13.931250	-72.52573	smc105.5	6686	16.13	16.18	0.028	
449	J005403.8-722632	Be? XRB	13.516167	-72.44244	smc108.8	51	15.00	15.07	0.163	
450	J005535.2-722906	Be? XRB	13.896833	-72.48506	smc105.5	31235	14.71	14.68	0.142	M02



Table 9—Continued

#	Star Name	Spectral Type	R.A. (J2000)	Dec. (J2000)	OGLE-III Field	Database Number	$\langle I \rangle$	$\langle V \rangle$	$\sigma_I$	Note
451	AzV40	Bextr	12.152292	-72.19239	smc102.8	8451	14.08	14.22	0.059	fading
452	AzV179	Bextr	14.215042	-71.93808	smc108.5	13567	14.54	14.75	0.026	
453	AzV293	Bextr	15.529167	-71.50094	smc114.6	17	14.08	14.15	0.039	
454	AzV344	Bextr	16.007042	-71.94319	smc113.5	8581	14.77	14.79	0.114	
455	AzV413	Bextr	16.794625	-72.34300	smc113.1	26530	15.26	15.03	0.327	M02
456	AzV138;0051.1-7304	Bextr XRB	13.217958	-72.80839	smc101.1	16556	14.82	14.77	0.124	M02
457	2dFS2856	A0II	18.125958	-73.80400	smc117.6	171	16.49	16.56	0.018	
458	2dFS3069	A0II	18.774167	-73.92464	smc117.3	40	15.72	15.74	0.020	
459	AzV19;2dFS5011	A0Iab	11.811750	-72.83419	smc101.8	6882	12.81	99.99	0.013	SAT
460	AzV352;2dFS1898	A0Iab	16.126042	-72.36225	smc113.8	39643	12.76	13.05	0.021	SAT
461	2dFS0630	A0Ib	11.757083	-72.58478	smc101.7	22551	14.93	15.02	0.014	
462	Hodge53;AzV331	A2I	15.856542	-72.04261	smc113.6	33342	12.87	13.19	0.019	SAT
463	2dFS0675	A2II	12.037000	-73.50511	smc103.5	11568	12.82	13.03	0.015	
464	2dFS1308	A2II	14.596917	-73.29889	smc106.3	47	15.51	15.71	0.020	
465	2dFS1046	A3II	13.770917	-73.33650	smc106.6	7260	14.77	15.03	0.020	M02
466	2dFS2826	A3II	18.039958	-73.15686	smc116.5	11754	14.90	15.18	0.017	
467	2dFS3472	A3Iap	20.183667	-73.35333	smc121.7	2537	14.14	14.72	0.024	
468	2dFS2004	A7IIe?	16.342250	-72.13944	smc113.3	14	15.06	15.65	0.016	
469	2dFS2837	AFA5kF0/B[e]	18.082583	-73.85728	smc117.6	9	13.27	13.25	0.395	
470	2dFS0419	F0	10.609417	-73.90675	smc128.3	43	15.54	16.11	0.024	
471	2dFS1227	F8	14.358125	-72.72458	smc105.6	20442	14.67	15.41	0.025	M02

Note. — Reference key: (M02) Mennickent et al. (2002), (K99) Keller et al. (1999), (S09) Samus et al. (2009), (D08) Diago et al. (2008)

Note. — Key: (SAT), Possible Saturation Noise

<sup>1</sup>Evans et al. (2006)

<sup>2</sup>Period detected, 27.8 days, in the time range HJD-(2452000-2453500)

<sup>3</sup>Period detected, 92.21 days

<sup>4</sup>Period detected, 43.97 days

<sup>5</sup>Period detected, 45.91 days



## PYTHON SCRIPT ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΤΗΤΑΣ

Ο παρακάτω κώδικας, γράφτηκε σε περιβάλλον Python με σκοπό την ανίχνευση περιοδικών σημάτων, με χρήση της AoV (Schwarzenberg-Czerny 1989). Παρουσιάζει σαν output την ανεπεξέργαστη καμπύλη φωτός (raw light curve) στο χρονικό διάστημα που ο χρήστης προσδιορίζει και με δυνατότητα επιλογής zoom, την διπλωμένη καμπύλη στην περίοδο που αντιστοιχεί στην υψηλότερη συχνότητα αλλά και στην διπλάσια τιμή της περιόδου αυτής, -ιδανικό για την ανίχνευση δευτερευόντων ελαχίστων στη περίπτωση εκλειπτικών συστημάτων (Εικόνα 33)- καθώς και το φάσμα ισχύος (power spectrum).

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
import pyaov
from matplotlib.ticker import FormatStrFormatter

p='Astronomy & Astrophysics/National Observatory project/SAGEvars/SAGEvars/I new/'
k=p+'smc116.4.106'
f=k+'.dat'
data = np.genfromtxt(f,delimiter=' ')

lower=2000
upper=5000
grid=(3,2)

for k in range(len(data[:,0])):
    if float(data[k,0])>=lower : break
for m in range(len(data[:,0])):
    if float(data[m,0])>upper : break
m=m-1
time=data[k:m,0]
magnitude=data[k:m,1]
error=data[k:m,2]

fstop=10
fstep=0.0001
p,f,fmax = pyaov.aovw(time, magnitude, error, fstop, fstep)

period=1/ float(fmax)
#period=          # for setting a custom value
print period

plt.subplot2grid(grid, (0, 0),colspan=2)
plt.errorbar(time,magnitude,error,fmt='k.',ecolor='0.30',markersize=3,elinewidth=0.3, capsize=0)
plt.gca().invert_yaxis() # Inverts the y axis
plt.grid(True)
plt.gca().yaxis.set_major_formatter(FormatStrFormatter('%0.2f'))
plt.ylabel('magnitude')
plt.xlabel('HJD-2450000')
plt.xlim(lower+1,upper-1)

plt.subplot2grid(grid, (1, 0))
phase1=[]
phase2=[]
magn1=[]
error1=[]
for m in range(len(time)):
    phase1.append(((time[m]-time[0])/float(period))%1)
    magn1.append(magnitude[m])
    error1.append(error[m])
    phase2.append(phase1[m]-1)
plt.errorbar(phase1,magn1,error1,fmt='k.',ecolor='0.30',markersize=3,elinewidth=0.3, capsize=0)
plt.errorbar(phase2,magn1,error1,fmt='k.',ecolor='0.30',markersize=3,elinewidth=0.3, capsize=0)
plt.gca().invert_yaxis() # Inverts the y axis
plt.grid(True)
plt.gca().yaxis.set_major_formatter(FormatStrFormatter('%0.2f'))
plt.ylabel('magnitude')
```

```

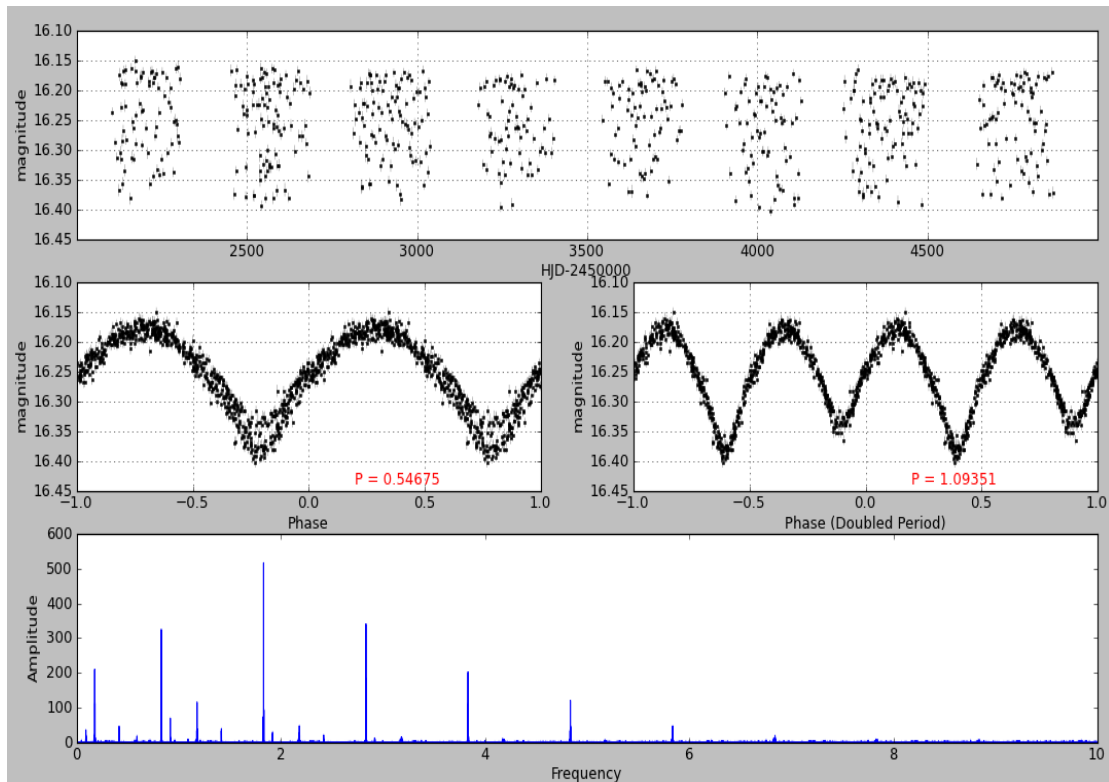
plt.xlabel('Phase')
plt.annotate('P = '+str(round(period,5)), xy=(0.60, 0.03), color='red',xycoords='axes fraction')
plt.xlim(-1,1)

plt.subplot2grid(grid, (1, 1))
phase1=[]
phase2=[]
magn1=[]
error1=[]
for m in range(len(time)):
    phase1.append(((time[m]-time[0])/float(2*period))%1)
    magn1.append(magnitude[m])
    error1.append(error[m])
    phase2.append(phase1[m]-1)
plt.errorbar(phase1,magn1,error1,fmt='k.',ecolor='0.30',markersize=3,elinewidth=0.3, capsize=0)
plt.errorbar(phase2,magn1,error1,fmt='k.',ecolor='0.30',markersize=3,elinewidth=0.3, capsize=0)
plt.gca().yaxis.set_major_formatter(FormatStrFormatter('%0.2f'))
plt.gca().invert_yaxis() # Inverts the y axis
plt.grid(True)
plt.ylabel('magnitude')
plt.xlabel('Phase (Doubled Period)')
plt.annotate('P = '+str(round(2*period,5)), xy=(0.60, 0.03), color='red',xycoords='axes fraction')
plt.xlim(-1,1)

plt.subplot2grid(grid, (2, 0),colspan=2)
plt.plot(f,p)
plt.ylabel('Amplitude')
plt.xlabel('Frequency')

plt.show()

```



Εικόνα 33. Παράδειγμα ανίχνευσης του περιοδικού σήματος ενός εκλειπτικού συστήματος με χρήση της εφαρμογής που αναπτύξαμε.